VIII, 4 C

23a

Handbuch
der
angewandten Chemie

von

J. Dumas,

Profeſſor der Chemie an der Zentralgewerbsſchule und am Athenäum, und Repetitor an der polytechniſchen Schule zu Paris, Korreſpondent der Akademie von Turin, Mitglied der philomatiſchen Geſellſchaft von Paris, der phyſikaliſchen Geſellſchaft von Genf, der Schweitzeriſchen Geſellſchaft für Naturwiſſenſchaften ꝛc.

Für
techniſche Chemiker, Künſtler, Fabrikanten und Gewerbtreibende überhaupt.

Aus dem Franzöſiſchen überſetzt und mit Anmerkungen verſehen

von

Gottl. Alex und Friedr. Engelhart.

Erſter Band
mit ſiebenzehn Tafeln.

Nürnberg, 1830.
Bei Johann Leonhard Schrag.

K. RECTORAT D. KR. GEWERB- U. LANDW. SCHULE REGENSBURG

STAATL.BIBLIOTHEK
REGENSBURG
1963/1240

Inhalt des erſten Bandes.

Einleitung.	Seite
§. 1. Allgemeine Definition der Chemie	7
2. Von den verſchiedenen Zuſtänden der Materie	12
3. Nomenklatur	14
4. Von den Miſchungsgewichten	25
5. Atomiſtiſche Theorie	32
6. Von der Verbindung der Körper	46
7. Von den zuſammengeſetzten Körpern	54
8. Von der Wechſelwirkung der Körper	57
9. Allgemeine Betrachtung der nichtmetalliſchen Körper	66
Handbuch der angewandten Chemie. Erſtes Buch.	
I. Kapitel. Waſſerſtoff	74
Luftſchifffarth	80
II. Sauerſtoff	86
Waſſer	91
Waſſerſtoffſuperoxyd	112
III. Chlor	120
Chlorwaſſerſtoffſäure	134
Chlorſäure	146
Oxydirte Chlorſäure und Chloroxyd	149
IV. Brom	155
Bromwaſſerſtoffſäure	159
Bromſäure	161
Chlorbrom	164
V. Jod	166
Jodwaſſerſtoffſäure	174
Jodſäure	177
Chlorjod	179
Bromjod	181
VI. Fluor	182
Fluorwaſſerſtoffſäure	183
VII. Schwefel	189
Schwefelwaſſerſtoffſäure	212
Waſſerſtoffſchwefel	222
Schweflichte Säure	225
Unterſchweflichte Säure	250
Schwefelſäure	251

		Seite
	Unterſchwefelſäure	302
	Chlorſchwefel	305
	Bromſchwefel	307
	Jodſchwefel	308
VIII.	Selen	312
	Selenwaſſerſtoffſäure	314
	Selenoxyd	315
	Selenichte Säure	316
	Selenſäure	317
	Selenchlorid	321
	Selenchlorür	322
	Bromſelen	322
	Schwefelſelen	323
IX.	Phosphor	325
	Phosphorwaſſerſtoff im Minimum . . .	341
	Phosphorwaſſerſtoff im Maximum . . .	344
	Phosphoroxyd	348
	Phosphorſäure	349
	Phosphorichte Säure	354
	Unterphosphorſäure	355
	Unterphosphorichte Säure	357
	Phosphorchlorid	360
	Phosphorchlorür	360
	Bromphosphor	362
	Jodphosphor	363
	Schwefelphosphor	364
X.	Stickſtoff	367
	Ammoniak	370
	Atmosphäriſche Luft	384
	Stickſtoffoxydul	393
	Stickſtoffoxyd	395
	Unterſalpetrichte Säure	397
	Salpetrichte Säure	399
	Salpeterſäure	404
	Salpeterſalzſäure	420
	Salpeterflußſäure	422
	Chlorſtickſtoff	423
	Jodſtickſtoff	425
XI.	Arſenik	427
	Waſſerſtoffarſenik	430
	Arſenikwaſſerſtoff	431

		Seite
	Arſenikſuboxyd	434
	Arſenichte Säure	435
	Arſenikſäure	439
	Fluorarſenik	440
	Chlorarſenik	442
	Bromarſenik	444
	Jodarſenik	444
	Schwefelarſenik	445
	Behandlung der Arſenikerze	450
XII.	Bor	455
	Borſäure	457
	Fluorbor	462
	Chlorbor	465
	Schwefelbor	467
XIII.	Kieſel	468
	Waſſerſtoffkieſel	472
	Fluorkieſel	472
	Chlorkieſel	475
	Schwefelkieſel	476
	Kieſelſäure	477
XIV.	Kapitel. Kohlenſtoff	498
	Diamant	500
	Graphit	511
	Anthrazit	511
	Vegetabiliſche Kohle	512
	Kienruß	518
	Thieriſche Kohle	526
	Schieferkohle	535
	Halbkohlenwaſſerſtoff	542
	Kohlenwaſſerſtoff	559
	Waſſerſtoffkohlenſtoff	563
	Anderthalb Kohlenwaſſerſtoff	565
	Zweifach = Kohlenwaſſerſtoff	565
	Naphtaline	571
	Süßes Weinöl	573
	Naphtha	574
	Petroleum	576
	Terpentinöl	577
	Kohlenſäure	578
	Kohlenoxyd	585
	Chlorkohlenoxyd	588
	Chlorkohlenſtoff	589

		Seite
	Schwefelkohlenſtoff	592
	Cyan	596
	Cyanwaſſerſtoffſäure	600
	Cyanichte Säure	604
	Cyanſäure	605
	Knallſäure	607
	Chlorcyan	609
	Bromcyan	615
	Jodcyan	615
	Schwefelcyan	616
	Selencyan	618

Zweites Buch.

	Von den Brennſtoffen überhaupt. . . .	619
I.	Kapitel. Von den verſchiedenen Holzarten und ihrer Anwendung als Brennmaterial . . .	622
II.	Darſtellung der Holzkohlen	633
III.	Torf und Torfkohlen	670
IV.	Foſſile Brennſtoffe	681
	Braunkohle	682
	Steinkohlen	687
	Anthrazit	688
	Zuſammenſetzung des Foſſilen Brennſtoffe im Allgemeinen	689
V.	Von den verkohlten Steinkohlen oder der Koke .	703
VI.	Vergleichung der verſchiedenen Brennſtoffe unter ſich	718
VII.	Konſtrucktion der Öfen und Verbrennungsapparate	720
VIII.	Beleuchtung mit Öl- und Steinkohlen-Gas . .	724
	Gasbeleuchtung mit Ölgas	725
	Gasbeleuchtung mittelſt Steinkohlen . .	729

Anhang.

I. Vergleichung der franz. Maaße und Gewichte mit denen mehrerer deutſchen Länder.

II. Tabelle über das ſpezifiſche Gewicht der bekannteſten, gasförmigen, tropfbaren und ſtarren Subſtanzen.

III. Tafel über die Spannkräfte des Waſſerdampfs nach Beobachtungen von Dulong und Arago.

Handbuch der angewandten Chemie.

Erſter Band.

Vorrede.

Vor einigen Jahren wurde mir von der Adminiſtration des königlichen Athenäums zu Paris die Profeßur der Chemie übertragen, welche Hr. Robiquet, der ſie bisher bekleidete, wegen ſeiner vielen und manchfaltigen Geſchäfte aufzugeben ſich gezwungen ſah. Einen ſo verdienten Lehrer als Vorgänger habend, fühlte ich als der Jüngere nur zu gut, wie ſchwierig es für mich werden würde meinen Zuhörern vollkommen zu genügen, wenn ich ganz denſelben Weg betreten wollte, den Hr. Robiquet bei ſeinen Vorleſungen eingeſchlagen hatte, die noch in friſchem Andenken ſtunden. Ich erachtete es deshalb für nöthig, jede Annäherung zwiſchen ihm und mir in dieſer Beziehung zu vermeiden, wählte demzufolge einen von dem ſeinigen ganz verſchiedenen Geſichtspunkt und trug die Gegenſtände anders geordnet vor. Bald gelangte ich auch zu der Ueberzeugung, daß in einer Anſtalt, wo der gröſſere Theil der Zuhörer ſich nicht beſtändig erneuert, der Lehrer wenigſtens von Zeit zu Zeit den Lehrgegenſtand erneuern muß. Ich vereinigte deshalb bei meinem zweiten Lehrkurſus mit der allgemeinen Chemie auch die techniſche. Dieſer Kurſus dauerte 3 Jahre. Die Forſchungen, zu welchen er mich veranlaßte, ſo wie das Intereſſe, welches der Gegenſtand ſelbſt einzuflößen ſchien, ließen in mehreren Perſonen den Wunſch rege werden, denſelben gedruckt zu ſehen. Ich machte mich demzufolge anheiſchig, meine Vorleſungen dem Drucke zu übergeben, was ich denn auch jezt mit Vergnügen erfülle, mir ſchmeichelnd, daß hauptſächlich der jüngere Theil der Gewerbtreibenden in

dieſem Buche eine Menge von Thatſachen vereinigt finden werde, welche ihnen beim Erlernen und Ausüben ihres Berufes eine weſentliche Erleichterung gewähren müſſen. Viele wären vielleicht im Stande geweſen ein ähnliches und vielleicht beßeres Werk als ich zu liefern, allein wahrſcheinlich auch durch die materielle Arbeit, welche ein ähnliches Unternehmen fordert, zurückgeſchreckt worden.

Wie dem auch ſey, ich übergebe hiermit dies Werk dem Publikum in der Hoffnung, daß es den jungen Chemikern, die ſich jezt beinahe in allen Städten Europas befinden, zur Vergleichung dienen, und daß der Wunſch deshalben, die darin vielleicht noch vorkommenden Unrichtigkeiten zu berichtigen, Bekanntmachungen veranlaſſen möge, welche nicht allein der Induſtrie ſondern auch dieſem Buche ſelbſt recht nützlich werden dürften.

Ohne Zweifel werden manche der Leſer finden, daß ich zu weit in die Einzelheiten der reinen Chemie eingegangen bin, daß ich ferner mit Unrecht hätte die praktiſchen Aufgaben, welche die Technik liefert, auf eine theoretiſche Weiſe zu löſen geſucht, und daß ich endlich hätte vermeiden müſſen, von der Atomen-Lehre Anwendung zu machen.

Auf dieſe Einwürfe erwiedere ich, daß dies Buch namentlich für junge Leute und weniger für bereits ausübende Fabrikanten beſtimmt iſt, daß es ferner meine Abſicht eigentlich nicht war, die Praxis der Technik zu beſchreiben, aber wohl die Theorie derſelben aufzuklären und zu berichtigen. Die wiſſenſchaftlichen Details, welche die Fabrikanten von reiferem Alter zurückſcheuchen, werden nur ein Spiel für ihre Söhne ſeyn, wenn ſie bereits in ihrer Schule etwas mehr Mathematik und weniger Latein und etwas mehr Phyſik oder Chemie und weniger griechiſch gelernt haben werden.

Was man auch über dieſen Punkt ſagen mag, ſo

halte ich es immerhin für unerläßlich, um einigen Nutzen aus der Chemie bei ihrer Anwendung auf die geſammte Induſtrie ziehen zu können, dieſe Wiſſenſchaft wenigſtens in denjenigen Theilen gründlich zu ſtudiren, um die es ſich zunächſt handelt, denn die an ſich unbedeutend ſcheinenden Einzelheiten werden von Wichtigkeit da, wo es ſich darum handelt, mit großen Maſſen zu operiren. Da es jedoch für jeden Praktiker ſchwer ſeyn muß, eine gleiche Aufmerkſamkeit allen Theilen der reinen Chemie zu widmen, ſo war ich bemüht dies Werk ſo zu ordnen und einzutheilen, daß ſtets diejenigen Künſte in Gruppen vereinigt ſind, welche ſich theils auf gemeinſchaftliche Prinzipien ſtützen, theils auch in Abſicht auf die chemiſche Geſchichte der Stoffe, die ſie bearbeiten, viel miteinander gemein haben. Es folgen hier die Grundzüge dieſer Klaſſifikation, welche mir nach reiflicher Ueberlegung die einfachſte zu ſeyn ſchien.

Die erſte Gruppe begreift die nicht metalliſchen Körper ſo wie die Produkte oder Künſte in ſich, welche ihnen das Daſeyn verdanken, nämlich das Waſſer, die bekannteſten Säuren, das Ammoniak, die atmoſphäriſche Luft, die verſchiedenen Arten der Kohle, die Steinkohle, die Heitzung und Beleuchtung.

Die zweite Gruppe enthält die metalliſchen Grundlagen der Erden (Erdmetalle) und die Alkalien; als Anwendung derſelben findet man aufgeführt: mehrere wichtige Salze wie Pottaſche, Soda, Alaun, Salpeter und in Folge deſſen die Bereitung des Pulvers. An dieſe Gruppe ſchlieſſen ſich außerdem unmittelbar an, mehrere eng unter ſich verbundene Fabrikationszweige, als die Töpferei, Bereitung des Glaſes, der künſtlichen Edelſteine, der Schmelze (Email) und Glaſuren und zulezt des Kalkes und Mörtels.

Die dritte Gruppe enthält die vollſtändige Beſchreibung der gewöhnlichen Metalle, nämlich Eiſen, Kupfer,

Blei, Zink, Zinn, Gold, Silber, Platin u. ſ. w. Ihre Darſtellung und die Bereitung ihrer Legirungen macht einen weſentlichen und ſehr bedeutenden Theil dieſer Beſchreibung aus, wobei auch die minder wichtigen Produkte nicht vergeſſen werden ſollen.

Endlich umfaßt die vierte Gruppe alle Produkte der organiſchen Natur und die zahlreichen Anwendungen derſelben. Man wird daſelbſt finden: die Färbekunſt, das Bleichen, die Bereitung des Papiers, der Stärke, des Zuckers, der Seifen, des Weingeiſts, des Käſes, ferner die Gerberei, Hutfabrikation u. ſ. w.

Ich hoffe außerdem mittelſt der allgemeinen Grundſätze, worauf ſich jeder wichtige Fabrikationszweig gründet, und welche ich bisweilen an die Spitze oder auch an das Ende deshalb, in Form einer gedrängten Wiederholung, ſtellen werde, jedem Gewerbtreibenden die Mittel an die Hand zu geben, die chemiſchen Prinzipien ſeines Induſtriezweiges kennen zu lernen, ſelbſt wenn er minder gründliche Kenntniſſe von der allgemeinen Chemie beſitzen ſollte. Vielleicht möchte man es für zweckmäßiger halten, dieſe allgemeinen Grundſätze an die Spitze des erſten Bandes zu ſetzen; ich werde dies jedoch hier nicht näher unterſuchen. Meine bisher gemachte Erfahrung ſpricht für dieſe Lehrmethode, welche in meinem Werke befolgt iſt; noch habe ich keine andere Methode, welche eine ähnliche Veränderung erheiſcht haben würde, aus eigener Erfahrung kennen lernen können. Ich erkläre es wiederholt, daß dies ein Lehrbuch der angewandten Chemie ſeyn ſoll, in welchem ich mehrere Theile weiter entwikelt und ausgeführt, ſo wie ferner Zahlentabellen nebſt Zeichnungen beigefügt habe, die zum genauen Verſtehen der darin abgehandelten Gegenſtände erforderlich ſind.

Einleitung.

§. 1.

Allgemeine Definition der Chemie.

1. Wenn irgend ein Umſtand zwei Subſtanzen oder zwei Körper zur wechſelſeitigen Berührung veranlaßt, ſo bieten ſich uns hierbei verſchiedene Erſcheinungen dar. Sind es zwei ſtarre Körper z. B. eine Eiſenplatte und eine Glasplatte, an welchen wir mittelſt unſerer Inſtrumente oder vermöge unſerer Sinne eine Verſchiedenheit der Temperatur wahrnehmen, ſo werden ſie, eine Zeit lang ſich ſelbſt überlaſſen, bald in einem Zuſtande des Gleichgewichtes kommen, worin beide die nämliche Temperatur beſitzen. Der aufmerkſame Beobachter wird ſich zugleich überzeugen können, daß mit Ausnahme dieſes Umſtandes jeder dieſer Körper ſeine beſondern, vor dem Verſuche beſitzenden Eigenſchaften beibehielt. Man erhält in dieſer Beziehung ſelbſt keine andern Reſultate, wenn man die ſtarren Subſtanzen zuvor mechaniſch fein zertheilt, um eine vielfachere Berührung der einzelnen Theilchen zu bezwecken.

Wird ein Gemenge von Marmor und Glas in ſehr feinen Staub durch pulveriſiren umgewandelt, ſo werden ſtets die ſo erhaltenen Theilchen im Kleinen die characteriſtiſchen Eigenſchaften der größern Maſſe, von welcher ſie herrühren, beſitzen. Der Marmor und das Glas bleiben hierbei im getrennten Zuſtande nur miteinander gemengt. Auf dieſe Weiſe verhält es ſich jedoch nicht unter allen Umſtänden. Eine Eiſenplatte, feuchter Luft ausgeſezt, verändert ſich ſchnell und bedeckt ſich mit Roſt, welcher ihre Oberfläche entſtellt und die Politur zerſtört. Dieſer Roſt enthält Eiſen, aber unterſcheidet ſich von dieſem Metalle durch ſeine chemiſchen Eigenſchaften, durch ſeine Pulverform, durch ſeine gelbliche Farbe und durch ſein Verhalten zum Magnete. Dieſer Roſt enthält ferner Waſſer, aber das darin enthaltene Waſſer iſt nicht mehr flüſſig; außerdem ſchließt er noch einen Beſtandtheil der Luft ein, aber dieſer Körper hat ſich verdichtet, oder iſt mit andern Worten vom gasförmigen Zuſtand in den ſtarren übergegangen. Die Berührung, in wel-

cher das Waſſer, die Luft und das Eiſen miteinander geſtanden haben, hatte demnach eine wechſelſeitige Einwirkung zur Folge, durch welche dieſe Körper weſentlich verändert wurden. Selbſt wenn man Eſſig auf polirten Marmor gießt, ſo entſteht ein langſames Kochen, der Eſſig verliert ſeinen ſauern Geſchmack und der Marmor iſt mehr oder minder tief geäzt worden.

Dieſe beiden großen Klaſſen von Erſcheinungen, welche ſich als Folge der Berührung der Körper darbieten, gehören zwei verſchiedenen Zweigen des menſchlichen Wiſſens an, die ſich einander nahe ſtehen, aber doch leicht, bei genauerer Betrachtung, von einander getrennt werden können. Die Chemie hat es nur mit derjenigen Art von Berührungserſcheinungen zu thun, welche von irgend einer Miſchungsveränderung des Körpers begleitet ſind; alle übrigen Fälle gehören der Phyſik an. Die Veränderungen, welche außerdem noch in Beziehung auf die Anordnung oder die Eigenſchaften einer Maſſe gleichartiger Theilchen eines Körpers ſtatt finden, können den Chemiker nur beiläufig intereſſiren, während er dagegen ſeine ganze Aufmerkſamkeit denjenigen Erſcheinungen widmen muß, welche bei der Berührung der Körper zugleich eine Vereinigung oder Trennung der ungleichartigen Theilchen derſelben zur Folge haben. Es genügt in dieſer Beziehung einen Blick um uns zu werfen, die Beſchaffenheit der Gebirgsmaſſen, welche die Erdoberfläche bilden, ſo wie die Organiſation der darauf lebenden Weſen zu unterſuchen und die in den Fabriken und Werkſtätten üblichen Verfahrungsarten näher zu prüfen, um ſich zu überzeugen, daß wir von einer Menge manchfaltiger Stoffe umgeben ſind, welche ohne Unterlaß ſich verbinden oder trennen, um ſo dem Anſcheine nach unaufhörliche Veränderungen hervorzubringen.

2. Dieſe Körper ihrer Zuſammenſetzung gemäß zu ordnen und die Geſetze, welchen dieſe Veränderungen in ihnen unterworfen ſind, zu ſtudiren das iſt der Zweck der Chemie. Dieſe Wiſſenſchaft zerfällt demnach in zwei Theile: der erſte als der rein beſchreibende hat das Studium der äußern Eigenſchaften aller einfachen und zuſammengeſezten Körper zum Gegenſtand; der zweite, in Abſicht auf Methode und des zu behandelnden Gegenſtandes höher ſtehend, ſucht zu erforſchen, was in der Zuſammenſetzung der Körper und ihrer wechſelſeitigen Wirkungen gemeinſames exiſtirt.

Wären wir genöthigt von den uns ſich darbietenden Natur-Körpern einen nach dem andern zu ſtudiren, ſo würde unſer Gedächtniß dadurch ermüdet werden und bald von einem ähnlichen Vorhaben abzuſtehen gezwungen ſeyn. Glücklicherweiſe iſt dem nicht alſo.

Wir beobachten in der Natur oder erhalten durch das Experiment in unſern Laboratorien eine gewiſſe Anzahl von

Körpern, an denen ſich folgende Eigenſchaften uns darbieten: ſie unterſcheiden ſich von einander durch einen oder mehrere Merkmale; ſie können ſich mit verſchiedenen Stoffen verbinden, aber trennt man ſie wieder von denſelben, ſo erlangt jede derſelben ſeine urſprünglich beſitzenden Eigenſchaften wieder; es iſt unmöglich durch irgend ein Mittel aus ihnen Subſtanzen abzuſcheiden, die ihrer Natur nach von einander verſchieden wären; dieſe Gruppe von Weſen nennt man einfache Körper, Grundſtoffe, Elementarſtoffe oder Elemente. Man zählt deren jezt zwei und fünfzig und alle übrigen Subſtanzen ſind nur Verbindungen derſelben in manchfachen Verhältniſſen. Betrachtet man diejenigen dieſer einfachen Subſtanzen nicht näher, von welchen man bis jezt in den Künſten noch keine Anwendung zu machen Gelegenheit hatte, ſo bleibt uns nur eine kleine Reihe allgemeiner Geſetze und einige einfache oder zuſammengeſezte Körper zu ſtudiren übrig, deren häufige Anwendung im Leben eine genauere Betrachtung erheiſcht.

3. Zwei Hypotheſen laſſen ſich aufſtellen, um zu erklären, wie ſich die genannten Körper unter ſich miteinander verbinden. Schon die Philoſophen der Alten erſchöpften ſich in Spekulationen über dieſen Gegenſtand. Ihre Meinungen wurden wieder aufgeſtellt von den Gelehrten neueſter Zeit, die ſich mit naturwiſſenſchaftlichen Forſchungen beſchäftigen. Lange wurden dieſelben ohne Erfolg auf rein theoretiſche Weiſe beſtritten, bis endlich in der lezten Zeit eine Reihe manchfaltiger und genauer auf Erfahrung ſich ſtützenden Unterſuchungen angeſtellt wurden, die unſere Wahl in dieſer Beziehung beſtimmten. Nach der einen Hypotheſe nimmt man an, daß die Theilchen, aus welchen ein Körper zuſammengeſezt iſt, einer unendlichen Theilbarkeit fähig ſeyen. Hieraus folgerte man nun zunächſt, daß die Körper ſich untereinander in allen denkbaren Proportionen verbinden müßten. Bei der zweiten Annahme dagegen betrachtet man die Materie als zuſammengeſezt, aus zwar ſehr kleinen, aber nicht weiter theilbaren Theilchen. Findet nun in lezterem Falle eine Verbindung ſtatt, ſo muß ſie als das Reſultat einer innigen Aneinanderlagerung der kleinſten Theilchen der einfachen Körper, welche ſich mit einander verbinden, betrachtet werden. Jeder dieſer Körper bildet mit einer beſtimmten Anzahl von Theilchen eine Verbindung, welche auch beſtändig dieſelbe bleibt, unter ſonſt gleichen Umſtänden. Verändern ſich jedoch dieſe Leztern, indem ſich eine neue Verbindung erzeugt, ſo wird dieſe in Abſicht auf ihre Zuſammenſetzung in ganz einfachen Verhältnißen mit jener der erſtern Körper ſtehen. Man wird ſich leicht ein treues Bild von dieſer Erſcheinung machen können, wenn man Bleikugeln mit Zinnkugeln zuſammenlöthet. Zu dem Ende könnte man eine Bleikugel mit einer, zwei oder drei Zinnkugeln

verbinden, oder umgekehrt eine, zwei oder drei Bleikugeln mit einer Zinnkugel. Betrachtet man der erſten Bedingung gemäß die Kugeln als untheilbar, ſo wird das Verhältniß der Kugeln eines jeden Metalles ſtets durch eine ganze Zahl bei dieſen verſchiedenen Gruppen ausgedrückt ſeyn. Dieſe Hypotheſe ſtimmt ſo vollkommen mit den Reſultaten aller chemiſchen Analyſen überein, daß es in der That ſchwer iſt, ſich eine richtige Idee von den natürlichen Erſcheinungen zu machen, ohne die Beweiſe, auf welche ſie ſich ſtüzt und die Folgerungen, zu welchen ſie führt, näher ſtudirt zu haben. Wir werden dies ſpäter ſorgfältig zu thun uns bemühen.

4. In der Folge wird gezeigt werden, daß wenn zwei verſchiedene Körper ſich berühren, eine Vertheilung des elektriſchen Fludiums ſtatt findet, und zwar auf ſolche Weiſe, daß der eine poſitive und der andere negative Elektrizität erhält. Was bei der Annäherung zweier Körpermaſſen, im Großen vorgeht, das zeigt ſich weit energiſcher noch, wenn die kleinſten Theilchen der Materie ſelbſt ſich eng aneinander lagern, um eine Verbindung zu erzeugen. Indem hierbei eine Bewegung des elektriſchen Fludiums wahrnehmbar iſt, findet zugleich eine mehr oder minderbeträchtliche Entbindung von Wärme ſtatt, wovon wir uns täglich überzeugen können indem die Verbrennung der Kohle, des Holzes, der Öle u. ſ. w. darin beſteht, daß ſich Beſtandtheile, welche in dieſen Subſtanzen enthalten ſind, mit einem der Gaſe verbinden, woraus die atmosphäriſche Luft zuſammengeſezt iſt. Um alle dieſe Erſcheinungen zu erklären und die geheime Beziehung aufzufaſſen, welche zwiſchen der Erzeugung des Lichtes und der Wärme und der einer neuen Verbindung exiſtirt, nahm man ſeine Zuflucht zu verſchiedenen Hypotheſen, welche ſich auf wohlbekannte Naturgeſetze gründen, denen die Bewegungen des elektriſchen Fludiums unterworfen ſind. Die elektro-chemiſche Theorie ſoll demnach zuvörderſt die Reſultate erklären, welche ſich bei Vereinigung der kleinſten Theilchen einfacher Körper ergeben; allein dieſelbe beſchränkt ſich nicht nur auf dieſe Anforderung, ſondern ſie will noch die innige Verbindung, welche zwiſchen den Theilchen nach der Vereinigung exiſtirt, ſo wie die Umſtände, welche ihre Trennung beſtimmen, genügend erklären und zwar ſo, daß wir beim Studium der Chemie nur eine Reihe von elektriſchen Beziehungen zwiſchen den Theilchen eines Körpers von einem beſtimmten Gewicht und einer gegebenen Dimenſion näher zu betrachten hätten. Die Einfachheit dieſer Betrachtungsweiſe verdient alle Aufmerkſamkeit, überhaupt wenn man beachtet, daß ſie ſeit ihrer Entſtehung den Beifall aller Chemiker Europas erhalten hat.

5. Man kann auch alle chemiſchen Erſcheinungen anſehen, als ſeyen ſie eine Folge der Thätigkeit gewiſſer Kräfte, welche das Streben äußern die Körpertheilchen in Be-

wegung zu ſetzen, die an ſich träge und bewegungslos ſind. Hierbei könnte man jedoch die Frage aufwerfen: iſt die Elektrizität die einzige Kraft, welche bei dieſen Erſcheinungen einen Einfluß übt? die Erfahrung lehrt uns, daß die Anziehung, welche die ſchweren Körper auf einander ausüben, und die als Grundlage bei Erklärung aller aſtronomiſchen Erſcheinungen dient, nur in wenigen Fällen und auf eine uns noch ziemlich unbekannte Weiſe bei dem Aufeinanderwirken der Theilchen der Materie thätig iſt. Dagegen übt das Licht, die Wärme und überhaupt die Elektrizität, einen ſolchen Einfluß auf die Erſcheinungen aus, welche zwiſchen den Theilchen ſtatt finden, daß man beinahe annehmen kann, es finde keine Bewegung ohne Mitwirkung einer dieſer drei wirkſamen Materien ſtatt.

Die Meinungen der Phyſiker hinſichtlich der eigentlichen Natur dieſer drei Agentien ſind getheilt.

Einige betrachten ſie als beſondere Fluida, die unwägbar durch ihre Gegenwart oder Abweſenheit, oder auch durch ihre Anhäufung die uns ſich darbietenden Erſcheinungen veranlaſſen. Andere nehmen die Exiſtenz eines einzigen unwägbaren Fluidums, Äther genannt, an, welches allgemein in der Natur verbreitet ſeyn ſoll und deſſen verſchiedenartige Bewegungen alle diejenigen Reſultate erzeugen, welche wir dem Lichte, der Wärme und der Elektrizität zuſchreiben. Wie es ſich denn auch mit dieſen beiden Meinungen verhalten mag, ſo dürfen wir nur in der Chemie dieſe drei Thätigkeitsquellen als Kräfte oder Potenzen betrachten, deren Natur uns wenig bekümmert, vorausgeſezt, daß wir die Geſetze, welchen ſie unterworfen ſind, beobachten können, oder wenigſtens das, was ſich allgemein gültiges bei ihrem Einfluße darbietet, zu ſchätzen im Stande ſind.

6. Die innere Anordnung der Theilchen, welche einen Körper bilden, iſt noch nicht genauer bekannt. Sie war der Gegenſtand mehrerer von den Phyſikern aufgeſtellten Hypotheſen, allein es ſcheint, daß man vorerſt auf dieſe zu frühzeitigen Spekulationen verzichtet habe und noch weitere Beobachtungen und Erfahrungen abwarten will, bevor man die Verſuche, dieſen ſchwierigen Gegenſtand näher zu erforſchen, erneuert. Wir kennen weder die Form, noch das Volumen oder die Farbe dieſer Theilchen; auch ſind uns die Geſetze nicht bekannt, denen ſie folgen wenn ſie ſich ordnen und grupiren, aber die Erfahrung lehrt uns, daß ſie ſämtlich ſchwer ſind. Dieſe Eigenſchaft unterſcheidet ſie von dem Lichte, der Wärme und der Elektrizität, die unwägbar ſind.

Der Weg, welchen wir bei unſerm Studium einſchlagen werden, iſt demnach von ſelbſt durch die allgemeinen Ideen, die wir aufgeſtellt haben, vorgezeichnet. Wir werden die Methoden näher unterſuchen, welche man anwandte, um das Gewicht der kleinſten die Materie conſtituirenden

Theilchen zu beſtimmen, und die Lehrſätze prüfen, welche die atomiſtiſche Theorie aufgeſtellt hat. Zuvörderſt aber werden wir den Einfluß zu beſtimmen ſuchen, welchen die Kohäſion ausübt bei dem gegenſeitigen Aufeinanderwirken der Theilchen, welche die Körper bilden. Hierauf ſoll die Elektrizität, die Wärme und das Licht in ihren Beziehungen zu den chemiſchen Erſcheinungen ſtudirt werden, ſo daß wir endlich nach dieſen Vorbereitungen zur ſpeziellen Betrachtung derjenigen Körper ſchreiten können, die in den Künſten und Gewerben angewandt werden.

§. 2.

Von den verſchiedenen Zuſtänden der Materien.

7. Die Materie ſtellt ſich unſern Sinnen in drei verſchiedenen Zuſtänden dar, wovon man leicht einen Begriff ſich machen kann, wenn man die uns umgebende Natur näher betrachtet. Das Waſſer bietet uns in dieſer Beziehung ein Beiſpiel von der Leichtigkeit dar, mit welcher ein und derſelbe Körper aus einem dieſer Zuſtände in den andern übergehen kann. Wir kennen daſſelbe in feſtem Zuſtande als Eis oder Schnee, tropfbar flüſſig als gewöhnliches Waſſer und Waſſer im Zuſtande eines Gaſes als unſichtbarer Dampf. Unter dieſer lezten Form findet ſich das Waſſer in der Atmosphäre; um ſich hiervon zu überzeugen, hat man nur nöthig, die Erſcheinungen genau zu beachten, welche beim Sieden dieſer Flüſſigkeit ſtatt finden. Man bemerkt häufige Dämpfe aus dem Gefäße ſteigen; dieſe Dämpfe erheben ſich mehr oder minder ſchnell und ihre weißliche Farbe verliert ſich allmählig, indem ſie bald in der ſie umgebenden Luft verſchwinden, als ob das Weſen, was ihnen das Daſeyn gab, plözlich geſtört worden wäre. Es iſt dies jedoch nie der Fall, wovon man ſich leicht durch folgenden Verſuch überzeugen kann: man fülle ein Gefäß von Glas mit geſtoßenem Eis oder kaltem Waſſer von + 2° oder + 3° und nachdem es verſchloſſen und auf der äußern Fläche abgetrocknet worden, bringe man es an einen Ort, wo die Temperatur z. B. + 20° oder + 25° ſey. Sogleich werden ſich die äuſſern Wände mit tropfbarflüſſigen Waſſer bedecken, obgleich die Luft ſcheinbar trocken und vollkommen durchſichtig iſt. Das Waſſer kann demnach im feſten, tropfbarflüſſigen und dampf- oder gasförmigen Zuſtand exiſtiren.

8. Eine Menge Körper bieten, wie das Waſſer, die Eigenſchaft dar, die drei Formen deſſelben annehmen zu können. Andere dagegen wurden bis jezt blos in ſtarrem Zuſtande beobachtet, wie z. B. das Holz; verſucht man es durch Erhitzen zu ſchmelzen, ſo erleidet es ſeiner Natur nach weſentliche Veränderungen. Noch andere Körper kennt man nur

im ſtarren und tropfbarflüſſigen Zuſtand, wie das Gold; es kann durch die Einwirkung der Wärme geſchmolzen aber nicht in den gaſigen Zuſtand übergeführt werden. Ferner giebt es noch ſolche, die blos im tropfbarflüſſigen oder gasförmigen Zuſtand exiſtiren z. B. der Weingeiſt; wird derſelbe ſelbſt einer ſehr niedrigen Temperatur ausgeſezt, ſo verändert er ſeinen Zuſtand nicht, wogegen er, nur ſehr gelinde erwärmet, gleich dem Waſſer gänzlich verſchwindet und ſich in Dampf verwandelt. Endlich kennen wir Körper, die ſich blos in Dampf- oder Gasform darſtellen. Dieſe Reihe von Subſtanzen iſt nicht zahlreich; die Atmosphäre, die uns umgiebt, bietet ein Beiſpiel hiervon dar. Wie groß die Kälte auch immer iſt, welcher dieſelbe ausgeſezt werden kann, ſo behält ſie doch ſtets ihre gewöhnliche Form bei. Unter gewöhnlichen Umſtänden ſind die ſtarren Körper bei weitem die zahlreichſten auf der Erdoberfläche; ihnen folgen die tropfbarflüſſigen, und endlich die Gaſe, deren Anzahl ſich ungefähr nur auf 25 beläuft. Unter dieſen dreierlei Formen bietet die Materie allgemeine Eigenſchaften dar, deren Kenntniß erforderlich iſt, wegen der häufigen Anwendungen welche man davon in der Chemie macht. Hier können wir jedoch nur auf die Nothwendigkeit, dieſe näher kennen zu lernen, hinweiſen, da die Lehrbücher der Phyſik allein dieſen Gegenſtand ſo ausführlich behandeln, als es erforderlich iſt. Wir ſetzen in der Folge ſtets voraus, daß der Leſer dieſes Werkes die allgemeinen Kenntniße der theoretiſchen Phyſik beſitze.

9. Wir nehmen demnach an, daß die Veränderungen der Kohäſion oder der Kraft, welche die gleichartigen Theilchen der Körper miteinander verbindet, bereits in den verſchiedenen Zuſtänden der Materie ſtudirt worden ſind. Wir ſetzen ferner voraus, daß der Leſer die allgemeinen Geſetze der Erſcheinungen kenne, welche die Wirkung der Wärme, des Lichtes, der Elektrizität und des Druckes auf ſtarre, tropfbarflüſſige und gaſige Körper beſtimmen. Endlich betrachten wir als bekannt, einige phyſikaliſche Inſtrumente als z. B. die Elektriſirmaſchinen, die Voltaiſche Säule ꝛc. wovon der Chemiker häufig Gebrauch macht.

Indem wir ſo den Plan dieſes Werkes auf die Darſtellung der Erſcheinungen beſchränken, welche durch Kräfte hervorgebracht werden, die wir als bekannt vorausſetzen, ſo werden wir jedoch keineswegs das Studium dieſer Kräfte in Beziehung auf den Einfluß, den ſie bei chemiſchen Reaktionen ausüben, bei Seite ſetzen. Wir werden ſpäter wieder darauf zurückkommen, indem wir uns jedoch ſorgfältig bei dieſem Studium auf die klare und einfache Darſtellung dieſes Einflußes beſchränken werden.

Nachdem feſtgeſtellt worden, daß die Schwere eine weſentliche Eigenſchaft der Materie iſt, daß dieſe in zwei große Klaſſen von Körpern zerfällt, nämlich in einfache oder we-

nigſtens unzerſetzbare und zuſammengeſezte, und daß endlich dieſe Körper, ſowohl einfache als zuſammengeſezte, in drei verſchiedenen Zuſtänden exiſtiren können und ſich uns als Gas, Tropfbarflüſſiges oder Starres darſtellen, ſo iſt es nöthig einen Schritt weiter zu thun und die in der Sprache der Chemiker vorkommenden eigenthümlichen Wörter zu erklären.

§. 3.

Nomenklatur.

10. Alle Erfahrungswiſſenſchaften bieten fortſchreitende Veränderungen in dem Weſen ihrer Nomenklatur dar. Dieſe, indem ſie ſtets ein treues Bild von dem Zuſtande unſerer Kenntniſſe darſtellen ſoll, unterliegt beſtändigen und zwar um ſo häufigern Abänderungen, als die Unterſuchungen der Forſcher oder Beobachter ſelbſt zahlreicher und ergiebiger ſind. Die Nomenklatur der zuſammengeſezten Subſtanzen und ihre Klaſſifikation müſſen demnach in näherer Beziehung zu einander ſtehen, ſo daß es am zweckmäßigſten iſt, die Körper dergeſtalt zu gruppiren, daß diejenigen mit einander vereinigt werden, welche die meiſten Eigenſchaften gemeinſchaftlich beſitzen. Was die Namen betrifft, ſo ſind diejenigen die geeignetſten, welche zugleich dem Geiſte einen gedrängten Umriß der jedem von ihnen zukommenden Charaktere darbietet. Schon in den frühern Epochen der Chemie wird dieſe Tendenz wahrgenommen. Jeder Name bezog ſich auf gewiſſe Umſtände, die aus der Geſchichte des Körpers genommen waren, aber die Wahl desjenigen beſondern Geſichtspunktes, welcher hierbei vorzugsweiſe zur Beſtimmung gedient hatte, war willkührlich. Die einfachen Körper ſind jezt noch die einzigen, deren Namen keiner Regel unterworfen ſind. Zu jener Zeit, wo unſere neue Nomenklatur geſchaffen ward, wollte man dieſelben ſo verändern, daß ſie bezeichnend ſeyn ſollten, aber es entſtand dadurch bei den Ableitungen eine Verwirrung. Man zählt jezt zwei und fünfzig dieſer Grundſtoffe.

11. Man theilte die einfachen Körper in zwei Klaſſen ein. Die erſte begreift die gasförmigen in ſich ſo wie diejenige ſtarren, welche ſchlechte Leiter der Elektrizität, durchſcheinend und nicht metalliſch glänzend ſind. Man nennt dieſe nicht metalliſche Körper, nämlich:

Boron, Brom, Chlor, Fluor, Jod, Kieſel, Kohlenſtoff, Phosphor, Sauerſtoff, Schwefel, Selen, Stickſtoff, Waſſerſtoff. Die zweite Klaſſe begreift diejenigen Körper in ſich, welche metalliſchen Glanz beſitzen, und außerdem gute Leiter der Elektrizität und Wärme und ſämmtlich undurchſichtig ſind. Bis jezt kennt man keinen derſelben, der bei gewöhnlicher

Temperatur gasförmig wäre. Es ſind dies die **Metalle**, nämlich:

Aluminium, Antimon, Arſenik, Baryum, Beryllium, Blei, Calcium, Cerium, Chrom, Eiſen, Gold, Iridium, Kadmium, Kalium, Kobalt, Kupfer, Lithium, Magneſium, Mangan, Molybdän, Natrium, Nikkel, Osmium, Paladium, Platin, Queckſilber, Rhodium, Silber, Strontium, Tantal, Tellur, Titan, Uran, Wismuth, Wolfram, Yttrium, Zink, Zinn, Zirkonium.

Man bemerkt ſogleich, daß der größte Theil dieſer Namen willkührlich gewählt, oder aus der Sprache des gemeinen Lebens genommen worden iſt. Dies iſt jedoch nicht der Fall bei denjenigen Ausdrücken, die ich zur Bezeichnung der Verbindungen wählte, welche dieſe Körper durch ihre Vermengung miteinander bilden.

Ich werde in dieſem Werke ſtets einer Regel folgen, welche gewöhnlich mit der ſchon gebräuchlichen Nomenklatur übereinſtimmt, und welche außerdem den Vortheil darbietet, daß ſie die Benennung jeder Verbindung an eine Idee anknüpft, die in der Chemie von großer Bedeutung iſt. Es beſteht dieſelbe darin, daß man bei den zuſammengeſezten Namen, den jedes Grundſtoffes in derſelben Ordnung ſezt, welche ihm ſeinem elektronegativen Werthe nach zukommt; oder mit andern Worten, wenn man ſich eine Verbindung dem elektriſchen Strome der galvaniſchen Säule ausgeſezt denkt, ſo beſtimmt der Körper, welcher ſich an den poſitiven Pol begiebt, die Gattung (genus) und der an den negativen Pol tretende die Art (species), dieſe Regel bietet keine Schwierigkeit in ihrer Anwendung dar, wenn die Rede von binären Verbindungen iſt. Schwieriger wird dies ſchon bei zuſammengeſetztern Verbindungen, und wir werden genöthigt ſeyn, bisweilen von dieſer Regel abzuweichen, um die Einführung neuer Wörter in der chemiſchen Sprache, die den Leſer nur verwirren könnte, zu vermeiden; glücklicherweiſe ſind dieſe Fälle ſehr ſelten.

12. Ehe wir zur Darlegung der Grundſätze der chemiſchen Nomenklatur ſchreiten, müſſen wir noch einige allgemein gebräuchliche Ausdrücke näher erklären. Man unterſcheidet unter den verſchiedenen zuſammengeſezten Körpern: **Säuren**, **Baſen**, und **Salze**.

Die Salze ſind Verbindungen, gebildet durch die Vereinigung zweier bereits zuſammengeſezter Körper. Sezt man die Salze der Einwirkung der galvaniſchen Säule aus, ſo werden ſie zerſezt; von beiden Verbindungen, aus welchen ſie beſtehen, tritt die eine an den poſitiven, die andere an den negativen Pol. Diejenigen, welche ſich an den poſitiven Pol begeben, iſt eine Säure, die andere welche dagegen vom negativen Pol angezogen worden, iſt eine Baſis.

Wir nennen **indifferent** die Verbindungen, welche weder die Rolle einer Baſis noch einer Säure ſpielen, ſo

wie ferner diejenigen, welche in vielen Fällen ſowohl die eine als die andere Rolle ſpielen.

Es zeigt ſich bei genauerer Beobachtung, daß die Eigenſchaften der Baſen, ſo wie der Säuren nicht abſolut d. h. nicht ſtets unveränderlich dieſelben ſind, denn ein und derſelbe Körper kann bisweilen als Baſis gegen die eine und als Säure gegen die andere Verbindung auftreten.

Es geht aus dem bereits Geſagten hervor, daß bei den Salzen, der Name der Säure die Gattung, und der der Baſis die Art beſtimmt.

13. Der Sauerſtoff wird uns die beſte Gelegenheit darbieten, die erwähnte Regel in allen ihren Modifikationen zu ſtudiren. Die Reihe von Körpern, denen er angehört, beſitzen ſehr häufig die Eigenſchaft, ſich untereinander zu verbinden und bei weitem der größte Theil der bekannten zuſammengeſezten Körper beſteht entweder aus binären Sauerſtoff-Verbindungen oder aus Verbindungen, welche durch oxygenirte Körper gebildet ſind. Dieſer Umſtand veranlaßte die Urheber der neuen Nomenklatur, ihm eine ausſchließliche Bedeutung beizulegen, und wir ſind genöthigt ihrem Beiſpiele zu folgen, bis die Chemiker unſerer Zeit übereinſtimmend miteinander, die ganze Nomenklatur neu geſtalten werden. Hier werden wir ſtets eine möglichſt vollkommne Anwendung unſrer allgemeinen Regel wieder finden.

Die Verbindungen, welche aus zwei oxygenirten Körpern gebildet ſind, können ſich, der Einwirkung der galvaniſchen Säule unterworfen, auf zweierlei Art zerſetzen. Iſt die Säule ſtark, ſo erhält man an jedem der Pole die einfachen Körper, aus welchen die Verbindung zuſammengeſezt war; iſt dieſelbe aber ſchwach, ſo trennen ſich nur die beiden oxygenirten Körper, ohne eine weitere Veränderung zu erleiden. Der eine von ihnen, welcher ſich an den poſitiven Pol begiebt, beſizt ſaure Eigenſchaften, die ſich namentlich kund geben durch den ſauern Geſchmack und die Fähigkeit Lakmustinktur zu röthen; dagegen iſt der andere, ſich an den negativen Pol begebende Körper mit alkaliſchen Eigenſchaften begabt, die ſich durch harnartigen Geſchmack und durch die Fähigkeit, die geröthete Lakmustinktur wieder blau zu färben, zu erkennen geben.

Die oxygenirten *) Körper, welche ſich an den poſitiven Pol begaben, werden mit dem Namen Säuren bezeichnet. Die andern heißen Oxyde, welche Benennung im weitern Umfange des Wortes auch ſolchen Körpern beigelegt

---

*) Wir nennen oxygenirt alle diejenigen Grundſtoffe, welche mit Sauerſtoff verbunden ſind, ohne auf ihre ſauren oder alkaliſchen Eigenſchaften Rückſicht zu nehmen. E.

wurde, welche mit Säuren keine weitern Verbindungen eingehen, und die weder ſaure noch alkaliſche Eigenſchaften beſitzen. Hierher gehört z. B. das Kohlenoxyd.

14. Man bildet den Namen der Säuren, indem man den Namen des Körpers, welcher mit Sauerſtoff verbunden iſt, und der entweder als Subſtantiv oder Adjektiv geſezt wird, das Wort Säure anhängt.

Früher glaubte man, daß ein Körper, indem er ſich mit Sauerſtoff vereinige, nur höchſtens zwei Säuren oder Säuerungsſtufen bilden könne, und es wurde dann die das gröſſere Quantum Sauerſtoff enthaltende Säure ſo bezeichnet, daß man dem Namen des Grundſtoffs nur das Wort Säure beifügte, z. B. Schwefelſäure bezeichnet diejenige Säure des Schwefels, welche das Maximum von Sauerſtoff enthielt; dagegen wurde bei der zweiten der Name des Grundſtoffs in ein Adjektiv verwandelt, und man ließ das Wort Säure als Subſtantiv nachfolgen, z. B. ſchweflichte Säure, war diejenige Säure des Schwefels, welche weniger Sauerſtoff enthielt als die Schwefelſäure. Seitdem hat man aber eine zwiſchen beiden ſtehende Säure entdeckt und Unterſchwefelſäure genannt, ſo wie auch eine Säure, welche noch weniger Sauerſtoff als die ſchweflichte Säure enthält, der man den Namen Unterſchweflichte Säure beilegte. Nach dieſer Regel verfährt man bei allen ähnlich zuſammengeſezten Säuren.

Die verſchiedenen Verbindungen, welche die Körper mit dem Sauerſtoff eingehen, um Oxyde zu bilden, werden auf folgende Weiſe bezeichnet. Man geht von derjenigen Verbindung aus, welche die kleinſte Menge Sauerſtoff enthält und ſchreitet ſo weiter fort wie bei den Säuren; auf dieſe Weiſe unterſcheidet man 4 Oxyde oder Oxydationsſtufen: Suboxyd, Oxydul, Oxyd, Superoxyd. In den meiſten Fällen kennt man von den Körpern nur zwei Oxydationsſtufen, und bezeichnet ſie dann durch Oxydul und Oxyd. Dieſe beiden Oxydationsſtufen ſind es auch, welche gewöhnlich mit den Säuren Verbindungen eingehen und Salze bilden.

15. Diejenigen Verbindungen, welche aus der Vereinigung der oxydirten Körper mit den Säuren hervorgehen, erhalten den Namen Salze; dieſe Namen werden ſo gebildet, daß man den Namen der Säure als Adjectiv, dem als Subſtantiv ſtehenden Oxyde vorſezt. Nach der Säure wird die Gattung und nach dem Oxyd die Art beſtimmt. Beiſpiele hievon ſind: ſchwefelſaures Eiſenoxyd, ſchweflichtſaures Eiſenoxydul, unterſchwefelſaures Kupferoxyd u. ſ. w. Man ſagt gewöhnlich ſchwefelſaures Eiſen, ſchwefelſaures Kupfer ohne die Oxydationsſtufe des Oxyds näher zu bezeichnen, wie mangelhaft dies iſt, leuchtet von ſelbſt ein. Die Säuren und Oxyde können ſich in verſchiedenen Verhältniſſen dergeſtalt miteinander verbinden, daß

der eine Beſtandtheil in zu geringer Menge vorhanden iſt, um die Eigenſchaften des andern aufzuheben oder mit andern Worten um ihn zu neutraliſiren. Es ergeben ſich hieraus dreierlei Arten von Verbindungen die man folgendermaſſen näher bezeichnet:

Neutralſalze, ſaure Salze, baſiſche Salze. Dieſe Benennungen konnten genügen zu einer Zeit, wo die Analyſe noch keine großen Fortſchritte gemacht hatte, allein heut zu Tage, wo man beinahe alle Salze näher unterſucht hat, mußte man dieſelben ſo zu wählen ſuchen, daß ſie den Werth der Verbindungen auf eine beſtimmtere Weiſe angegeben.

Es war dies vorzüglich dann erforderlich, wenn ein und daſſelbe Oxyd mehrere ſaure oder baſiſche Salze bilden konnte, was nicht ſelten der Fall iſt. Dieſe ſchärfere Beſtimmung konnte leicht gemacht werden, wenn man berückſichtigte, daß die Säure der ſauren Salze ſtets eine Vielfache von der Säure der neutralen Salze iſt, und daß auch ein gleiches Verhältniß bei dem in den baſiſchen Salzen enthaltenen Quantum von Säure ſtatt findet. Statt nun neutrales oder ſaures ſchwefelſaures Kali zu ſagen, iſt es zweckmäßiger einfach oder doppelt ſchwefelſaures Kali dafür zu gebrauchen, wodurch ausgedrückt wird, daß im zweiten Salz der Säuregehalt doppelt ſo groß als in dem erſten iſt. Man fährt auf dieſe Weiſe weiter fort und erhält ſo z. B. dreifach, vierfach, ſechsfach ſchwefelſaure Salze, wodurch angedeutet iſt, daß der Säuregehalt drei, vier und ſechsmal ſo groß als der im Neutralſalze iſt. Bisweilen wird dies Verhältniß der Säueremenge durch gebrochene Zahlen ausgedrückt und häufig findet dann der Fall ſtatt, daß der Säuregehalt im ſauren Salze nur um die Hälfte größer iſt als im neutralen Salze, was dann durch anderhalb bezeichnet wird, indem man es dem Namen des Salzes vorſezt; z. B. kohlenſaures Natrum, anderthalb kohlenſaures Natrum, doppelt kohlenſaures Natrum.

Zur nähern Bezeichnung der baſiſchen Salze wählte man Brüche, welche den Säuregehalt derſelben, verglichen mit dem der neutralen Salze ausdrücken. Z. B. Ein viertel ſchwefelſaures Eiſenoxyd, zwei drittel phosphorſaurer Kalk; hierdurch wird geſagt, daß der Säuregehalt in dem erſten Salze ein viertel und in dem zweiten zwei drittel von dem Säuregehalt der neutralen Salze beträgt.

Im Lateiniſchen kann man Oxydul und Oxyd durch die Endigung osus und icus bezeichnen, welche dem Namen des Körpers, welcher mit Sauerſtoff eine Salzbaſis bildet, angehängt wird, z. B. Eiſenoxydul oxidum ferrosum, Eiſenoxyd oxidum ferricum. Berzelius benüzte dies bei Bildung der lateiniſchen Nomenklatur, indem er zugleich analog dem franzöſiſchen Gattungsnamen des Salzes d. h. dem-

jenigen, der die Säure bezeichnet, einem lateiniſchen ſchuf; z. B. Sulphas ferrosus ſchwefelſaures Eiſenoxydul, Sulphas ferricus ſchwefelſaures Eiſenoxyd, Sulphis ferrosus ſchweflichtſaures Eiſenoxydul, Sulphis ferricus ſchweflichtſaures Eiſenoxyd, bi-sulphas ferrosus doppelt ſchwefelſaures Eiſenoxydul, Sulphas bi-ferrosus halb ſchwefelſaures Eiſenoxydul, Sesqui-Sulphas ferricus, anderhalb ſchwefelſaures Eiſenoxyd.

Bisweilen ereignet es ſich, daß zwei Salze ſich miteinander verbinden und dann ein Doppelſalz, oder Salz mit doppelter Baſis, bilden. Wir befolgen hier die früher aufgeſtellte Regel und ſetzen deshalb bei dem Namen die Oxyde nach ihrer elektriſchen Reihenfolge, ſo ſagen wir z. B. nicht ſchwefelſaures Kali-Thonerde, ſondern ſchwefelſaure Thonerde-Kali. Die Salzbaſen verbinden ſich bisweilen unter ſich miteinander. Das Kupferoxyd beſizt dieſe Eigenſchaft auf eine merkwürdige Weiſe. Derſelbe Fall findet bei der Thonerde oder dem Aluminiumoxyd ſtatt; man verbindet dann die Namen der beiden die Verbindung bildenden Oxyde dergeſtalt, daß das elektronegative zuerſt ſteht und wir ſagen demnach Kupferoxyd-Kali, und Thonerde-Kali.

16. Um die Verbindungen des Waſſers mit den Oxyden zu bezeichnen, bildet man aus dem griechiſchen Wort ὑδωρ Waſſer das Wort Hydrat und ſagt z. B. Eiſenoxydhydrat, Kalihydrat u. ſ. w. Bei den Verbindungen der Säuren oder der Salze mit Waſſer iſt dies nicht gebräuchlich und man ſezt vor den Namen derſelben nur waſſerhaltig z. B. waſſerhaltige Schwefelſäure, waſſerhaltiges kohlenſaures Natrum.

17. Die Verbindungen der Metalle unter ſich werden Legirungen genannt. Man ſezt ihre Namen aus den Namen der Metalle zuſammen, welche die Legirung bilden, indem ſie ebenfalls nach der elektriſchen Reihenfolge geordnet werden. Anſtatt alſo zu ſagen Blei und Zinnlegirung gebrauchen wir Zinn und Bleilegirung. Noch bedient man ſich des alten Ausdruckes Amalgam, um eine Legirung von Queckſilber mit irgend einem Metall zu bezeichnen, man ſagt dann z. B. Zinnamalgam, Bleiamalgam u. ſ. w. und verſteht darunter eine Legirung von Zinn oder Blei mit Queckſilber.

18. Die Namen der Verbindungen nichtmetalliſcher Körper unter ſich oder mit den Metallen werden ſo gebildet, daß man den Namen des negativelektriſchen Körpers vorſezt z. B. Kohlenwaſſerſtoff, Schwefelkohlenſtoff, Chlorſtickſtoff, Selenblei, Jodſilber u. ſ. w. Man erkennt hierdurch ſogleich das elektriſche Verhältniß, was zwiſchen den die Verbindung bildenden Körpern ſtatt findet.

Wenn Chlor, Jod, Brom und Fluor mit ein und demſelben Körper mehrere Verbindungen bilden, ſo können dieſe

von einander dadurch unterſchieden werden, daß man die Endigung ür und id an den Namen jenes elektronegativen Körpers anhängt, z. B. Queckſilberchlorür oder Chlorqueckſilber mit einem geringern Gehalt an Chlor und Queckſilberchlorid, oder Chlorqueckſilber mit einem größern Chlorgehalt; ebenſo Queckſilberjodür und Queckſilberjodid.

19. Es giebt mehrere Körper, welche mit Waſſerſtoff Säuren bilden, die Waſſerſtoffſäuren genannt werden; hierher gehören Chlor, Jod, Schwefel u. ſ. w. welche mit Waſſerſtoff verbunden, Chlorwaſſerſtoffſäure, Jodwaſſerſtoffſäure, Schwefelwaſſerſtoffſäure bilden. Auch hierbei blieb man der Regel getreu, den elektronegativen Körper an die Spitze des Namens zu ſetzen.

20. Es finden nun noch beſondere Fälle ſtatt, die von minderer Wichtigkeit ſind und welche ſpäter ausführlicher betrachtet werden ſollen. Vorläufig bemerken wir nur, daß unter den nichtmetalliſchen binären Verbindungen zwei exiſtiren, denen man einfache Namen gab. Der Kohlenſtickſtoff wurde Cyan *) und die Verbindung aus Stickſtoff und Waſſerſtoff, Ammoniak genannt. Bisweilen vereinigen ſich auch drei einfache Körper zu einer Verbindung. Der Name derſelben wird in dieſem Falle ſo zuſammengeſezt, daß man auch hier die einzelnen Elemente nach ihrem elektriſchen Werthe ordnet. Wir ſagen alſo Jod-Schwefel-Antimon, Antimonoxyd-Schwefelantimon u. ſ. w. Es ſoll hierdurch ausgedrückt werden, daß das Antimon in dieſen Verbindungen zugleich als Oxyd und Schwefelverbindung, oder im erſtern Falle als Jodverbindung und Schwefelverbindung exiſtirt.

Unter den einfachen Oxyden behielt das Waſſerſtoffoxyd den Namen Waſſer bei, welchen es längſt führte.

21. Endlich vereinigen ſich der Sauerſtoff, Kohlenſtoff und Waſſerſtoff inſehr manichfachen Verhältnißen miteinander und bilden dreifache oder ternäre Verbindungen. Auch Sauerſtoff, Kohlenſtoff, Stickſtoff und Waſſerſtoff vereinigen ſich und bilden mancherlei vierfache oder quaternäre Verbindungen. Es würde ſehr ſchwierig geweſen ſeyn, zur Bezeichnung dieſer Körper charakteriſirende Namen zu ſchaffen, da dieſelben häufig nur ſehr wenig, hinſichtlich ihrer quantitativen Zuſammenſetzung differiren, und nach Geſetzen ſich bilden, die uns noch unbekannt ſind. Man nahm hier zu einem andern Mittel ſeine Zuflucht. Beinahe alle dreifache Verbindungen dieſer Art finden ſich in Pflanzen vor, oder rühren von Miſchungsveränderungen her, welche dieſelben bisweilen erleiden; die

*) Die Namen der Cyanverbindungen werden auf gleiche Weiſe wie die der Chlor und Jodverbindungen gebildet, es giebt demnach Cyanüre und Cyanide. C.

vierfachen Verbindungen dagegen exiſtiren meiſt in thieriſchen Körpern. Man theilte ſie in drei Hauptklaſſen ein, nach ihren ſauren, neutralen oder alkaliſchen Eigenſchaften. Ihre Namen wurden gebildet, indem man den Namen der Pflanze, des Thieres oder eines Organs derſelben als Wurzelwort nahm und dieſem entweder das Wort Säure, im erſten Falle, und die Endigung in im lezten Falle anhängte. So z. B. Zitronenſäure, Säure der Zitronen, Gallusſäure, Säure der Galläpfel; Chinin, Alkali der Chinarinde, u. ſ. w. Die neutralen organiſchen Stoffe werden willkührlich genannt, wie z. B. Zucker, Stärke, Alcohol, Kleber, Gallerte, Käſeſtoff ꝛc.

22. Indem wir das bereits geſagte kurz zuſammenfaſſen ergiebt ſich folgendes:

Die chemiſche Sprache beſchränkt ſich auf eine kleine Anzahl weſentlicher Regeln.

Alle einfache Namen bezeichnen einfache Körper mit Ausnahme vom Waſſer, Cyan, Ammoniak und einigen Namen organiſcher Körper.

Die einfachen Körper ſind metalliſch oder nichtmetalliſch. Zwei oder mehrere Metalle bilden, verbunden miteinander, eine Legirung. Verbinden ſich die nichtmetalliſchen Körper unter einander oder mit den Metallen, ſo werden die Namen der Verbindungen aus den Namen der einzelnen Beſtandtheile zuſammengeſezt, und der elektronegative Körper an die Spitze geſtellt. Man nennt die oxygenirten Verbindungen verbrannte Körper. Dieſe ſind Säuren, wenn ſie ſauer ſchmecken und das blaue Lakmus röthen. Gehen ihnen dagegen dieſe Eigenſchaften ab, ſo werden ſie Oxyde genannt. Die Verbindungen der Säuren mit den Oxyden heißen in der chemiſchen Kunſtſprache Salze. Phosphorichte Säure iſt die Säure des Phosphors mit geringerem Sauerſtoffgehalt. Phosphorſäure heißt die Säure des Phosphors, welche ſehr reich an Sauerſtoff iſt. Kupferoxydul, Kupferoxyd, Kupferſuperoxyd iſt das erſte, zweite, und dritte Oxyd des Kupfers. Schwefelſaures Salz heißt die Verbindung der Schwefelſäure mit irgend einem Oxyde: Schwefelſaures, halbſchwefelſaures, anderthalbſchwefelſaures, zweifachſchwefelſaures, dreifachſchwefelſaures Salz irgend eines Oxyds bezeichnet Verbindungen, in welchen eine conſtante oder unveränderliche Menge von Baſis mit verſchiedenen Mengen von Schwefelſäure vereinigt iſt, deren relatives Verhältniß durch die Zahlen 1, ½, 1½, 2, 3 ꝛc. ausgedrückt wird. Hydrat iſt eine Verbindung irgend eines Oxyds mit Waſſer. Waſſerſtoffſäuren als z. B. Chlorwaſſerſtoffſäure ꝛc. ſind Verbindungen eines oder mehrerer Körper mit Waſſerſtoff, welche alle Eigenſchaften der bereits erwähnten Sauerſtoffſäuren beſitzen.

23. Dies ſind die Grundzüge der jezt gebräuchlichen chemiſchen Nomenklatur. Wenn man in einem Werke, welches wie das Unſrige praktiſche Tendenz beſizt, jede Neuerung vermeiden ſoll, ſo iſt es nichts deſtoweniger doch nöthig die Umſtände zu bezeichnen, welche eine allgemeine Reform in der chemiſchen Kunſtſprache in Zukunft erfordern dürften. Die Gründer dieſer Nomenklatur hatten den Sauerſtoff von den übrigen Körpern getrennt und iſolirt hingeſtellt. Jezt weiß man dagegen, daß alle nicht metalliſchen Körper mit Ausnahme des Waſſerſtoffs in ſehr vielen Fällen dieſelbe Rolle wie der Sauerſtoff ſpielen können. Es bilden dieſe Körper demnach mit gewiſſen Metallen eigentliche Salzbaſen, mit andern dagegen wieder wahre Säuren; dieſe beiden können dann wiederum unter ſich ſalzähnliche Verbindungen eingehen.

Chlor und Phosphor bilden z. B. eine Verbindung, Chlorphosphor genannt, welche ſich ganz wie eine Säure verhält und folglich Chlorphosphorſäure heißen ſollte. Auch Chlorqueckſilber iſt eine ähnliche Säure, und ſollte deßhalb Chlorqueckſilberſäure genannt werden.

Unter den Verbindungen des Schwefels mit Arſenik exiſtiren zwei, welche Säuren ſind, man könnte deshalb ſagen Schwefelarſenichte Säure und Schwefelarſenikſäure ꝛc.

Andererſeits ſind Chlorkalium, Chlornatrium Baſen; derſelbe Fall findet auch bei den Schwefel-Fluor- und Jod-Verbindungen dieſer Metalle ſtatt. Es kann alſo wohl Verbindungen geben, welche aus einer der vorerwähnten Säuren mit dieſen Baſen beſtehen und ſonach Chlorqueckſilberſaures Chlorkalium oder Schwefelarſenikſaures Schwefelnatrium ꝛc. genannt werden könnten. *)

24. Dieſe vorgeſchlagenen Namen führen jedoch die Unbequemlichkeit mit ſich, daß man glauben könnte, es exiſtire Sauerſtoff in der Verbindung. Chlorphosphorſäure, Schwefelarſenikſäure ſcheinen eine Verbindung von Phosphorſäure mit Chlor, oder von Arſenikſäure mit Schwefel zu bezeichnen. In einem Werke, was klar und faßlich geſchrieben ſeyn muß, glaubte ich die bis jezt gebräuchlichen Namen der binären Verbindungen beibehalten zu müſſen. Was die Verbindungen betrifft, welche dieſe wieder unter ſich eingehen, ſo bezeichne ich ſie folgendermaſſen:

Chlorqueckſilber-Chlornatrium iſt ein aus zwei Chlorverbindungen zuſammengeſezter Körper, in welchem die

---

*) Eine große Reihe ſolcher Verbindungen, welche der Schwefel mit andern Grundſtoffen bildet, hat Berzelius in neueſter Zeit unterſucht und dafür auch eine eigene Nomenklatur geſchaffen. Es kann der Zweck dieſes Werkes nicht ſeyn, in rein wiſſenſchaftliche Details einzugehen, weshalb wir denjenigen Leſer, der ſich genauere Kenntniß davon verſchaffen will, auf Berzelius Lehrbuch ſelbſt hinweiſen. E.

erſte die Rolle einer Säure und die zweite die Rolle einer Baſis ſpielt, ganz ähnlich wie in den bereits aufgeführten Sauerſtoffſalzen. Ebenſo Schwefelarſenik-Schwefelkalium ꝛc. wobei man nach der angenommenen Grundregel den Körper, welcher die Säure bildet, voranſezt und den die Baſis bildenden folgen läßt.

25. Nach den vorangegangenen Betrachtungen halten wir es für zweckmäßig eine gedrängte tabellariſche Ueberſicht, von den unorganiſchen Verbindungen zu geben, indem wir zugleich Beiſpiele von der angenommenen Nomenklatur zitiren.

<table>
<tr><td rowspan="2">1. Einfache Körper</td><td>nicht metalliſche</td></tr>
<tr><td>metalliſche.</td></tr>
</table>

Ihre Namen ſind nicht bezeichnend.

<table>
<tr><td rowspan="7">2. Zweifache Verbindungen</td><td rowspan="3">nicht metalliſcher Körper unter ſich</td><td>Säuren</td></tr>
<tr><td>indifferente Körper</td></tr>
<tr><td>Baſen</td></tr>
<tr><td rowspan="3">nicht metalliſcher Körper mit Metallen</td><td>Säuren</td></tr>
<tr><td>indifferente Körper</td></tr>
<tr><td>Baſen</td></tr>
<tr><td colspan="2">der Metalle unter ſich . . . Legirungen.</td></tr>
</table>

Die Sauerſtoffſäuren werden, wie bereits erwähnt, bezeichnet, Phosphorichte Säure, Phosphorſäure, Arſenichte Säure, Arſenikſäure, Antimonichte Säure, Antimonſäure. Die nicht ſauren Sauerſtoff-Verbindungen ſind ſämmtlich Oxyde.

Die Namen aller übrigen binären Verbindungen werden entweder ſo gebildet, daß man blos die Namen der Beſtandtheile miteinander verbindet, z. B. Schwefelblei, oder wie bei Chlor, Jod ꝛc. die Endigungen ür und id dieſen elektronegativen Beſtandtheilen anhängen kann und damit den zweiten in der Verbindung exiſtirenden Körper verbindet, wie z. B. Zinnchlorür, Zinnchlorid. Ausgenommen von dieſen Fällen ſind, die Verbindungen des Waſſerſtoffs wenn dieſelben ſaure Eigenſchaften beſitzen, wo dann dem Namen der Verbindung noch das Wort Säure beigefügt wird, z. B. Chlorwaſſerſtoffſäure.

<table>
<tr><td rowspan="3">3. Dreifache Verbindungen</td><td>nicht metalliſcher Körper unter ſich</td><td rowspan="2">Säuren
indifferente Körper
Baſen</td></tr>
<tr><td>nicht metalliſcher und metalliſcher Körper</td></tr>
<tr><td colspan="2">der Metalle unter ſich . . . Legirungen.</td></tr>
</table>

Bei Bildung der Namen dieſer Verbindungen befolgt man in den meiſten Fällen die allgemeine Regel, den Namen der Verbindung aus den einzelnen Namen der Beſtandtheile zu-

ſammenzuſetzen, z. B. Chlorkohlenoxyd, Verbindung aus Chlor und Kohlenoxyd; Jod-Schwefel-Antimon. Die Verbindungen dieſer Art ſind ſelten, aber die Mehrzahl derſelben ſpielt oft eine bemerkenswerthe Rolle bei techniſchen Operationen.

4. Salzverbindungen.

Dieſe werden ſtets erzeugt durch das Zuſammentreten zweier binären Verbindungen, welche ſich miteinander vereinigen, ohne daß ihre Theilchen eine Veränderung zu erleiden ſcheinen. Dieſe Klaſſe iſt die zahlreichſte von allen und ſie begreift Verbindungen in ſich, die gebildet ſind durch die Vereinigung

1. Der Sauerſtoffſäuren mit den Oxyden.
2. Der Waſſerſtoffſäuren mit den Oxyden.
3. Der Chlorverbindungen mit Chlorverbindungen.
4. Der Chlorverbindungen mit den Oxyden.
5. Der Jodverbindungen mit Jodverbindungen.
6. Der Jodverbindungen mit den Oxyden.
7. Der Chlorverbindungen mit den Jodverbindungen.
8. Der Schwefelverbindungen mit Schwefelverbindungen.
9. Der Schwefelverbindungen mit den Oxyden.
10. Der Chlorverbindungen mit den Schwefelverbindungen.
11. Der Jodverbindungen mit Schwefelverbindungen. ꝛc.

Für den erſten und zweiten dieſer aufgezählten Fälle vereinigt man blos den Namen der Säure als Adjectiv mit dem der Baſis und hat demnach z. B. Kohlenſaure, Phosphorſaure, Schwefelſaure Salze verſchiedener Oxyde.

In allen übrigen Fällen werden die Namen dieſer Verbindungen aus den Namen der ſie bildenden binären Verbindungen zuſammengeſezt werden müſſen.

26. Die Sauerſtoffſäuren, ſo wie die Waſſerſtoffſäuren können ſich nicht nur mit den Oxyden ſondern auch mit andern Verbindungen vereinigen; Beiſpiele hievon ſind: Schwefelſaurer Kohlenwaſſerſtoff, Chlorwaſſerſtoffſaures Chlorqueckſilber, Schwefelwaſſerſtoffſaures Schwefelkalium ꝛc. Es ſind dies die neutralen Verbindungen der Schwefelſäure mit Kohlenwaſſerſtoff, der Chlorwaſſerſtoffſäure mit Chlorqueckſilber und der Schwefelwaſſerſtoffſäure mit Schwefelkalium. Die mit genannten Säuren vereinigten binären Verbindungen ſpielen hier die Rolle der Baſis.

So ſehr wir auch bemüht waren, die bisher gebräuchliche Nomenklatur ihren Grundſätzen nach klar und faßlich darzuſtellen, ſo müſſen wir doch zugleich auch bemerken, daß gerade dieſe Grundregeln keine allgemeine Anwendung mehr finden. Die jetzige chemiſche Nomenklatnr ſteht mit der Wiſſenſchaft nicht mehr im Einklange und iſt hinter dieſer, wel-

che in neuſter Zeit ſo große Fortſchritte gemacht hat, zurückgeblieben. Dem Anfänger müſſen wir deshalb empfehlen, die Nomenklatur zu erlernen wie eine Sprache, nicht aber als den Ausdruck eines Syſtems.

§. 4.

Von den Miſchungsgewichten.

27. Die Wichtigkeit der atomiſtiſchen Theorie beim Studium der Chemie muß Jeden, der die Natur auf eine philoſophiſche Weiſe zu betrachten ſtrebt, aufmuntern ſein Augenmerk auf dieſe geſetzmäßige Ordnung in derſelben zu richten. Unter den Reſultaten, welche durch die Forſchung des menſchlichen Geiſtes in neuerer Zeit gewonnen wurden, dürfte das Erkennen dieſer Geſetze vielleicht als das merkwürdigſte zu betrachten ſeyn, in ſoferne es ſich eng an die Ideen knüpft, welche wir uns von der Materie im Allgemeinen machen, ſo wie von den Grenzen ihrer Theilbarkeit und von der Form und den verſchiedenen Eigenſchaften der Theilchen, aus welchen ſie zuſammengeſezt iſt. Wir werden in der Kürze die Thatſachen und die Folgerungen wozu dieſe führen darzulegen ſuchen.

28. Man fand bei genauer Zerlegung der Säuren, welche durch die Vereinigung des Schwefels mit dem Sauerſtoff entſtehen, daß

100 Schwefel	und	50 Sauerſtoff		Unterſchwefelichte Säure
100	—	und 100	—	Schwefelichte Säure
100	—	und 150	—	Schwefelſäure

bilden.

Man bemerkt hierbei, daß die Zahlen, welche das Gewicht des Sauerſtoffs in den verſchiedenen Verbindungen ausdrücken, unter ſich wie 1 : 2 : 3 ſich verhalten. Aehnlichen Verhältniſſen begegnen wir in allen Reihen zweifacher Verbindungen. Dieſes merkwürdige Geſetz, welchem man den Namen des Geſetzes von den multipeln Verhältniſſen gab, war ein weſentlicher Beitrag zur genauern Kenntniß der atomiſtiſchen Theorie. Es wird durch daſſelbe dargethan, daß die Verbindungen zwiſchen verſchiedenen Körpern nur auf eine ſehr beſtimmte, regelmäßige Weiſe ſtatt finden; man könnte noch hinzufügen, daß alle Körper derſelben Nothwendigkeit unterliegen, wie dies in der Folge in den Tafeln, welche dies Werk enthält dargethan werden ſoll. Dieſes beſtimmte Verhältniß beweiſt alſo unwiederleglich, daß die Verbindungen nicht willkührlich in allen Verhältniſſen ſtatt finden. Es geht daraus ferner hervor, daß im Falle irgend eine binäre Verbindung analyſirt worden iſt, man auch vorher beſtimmen kann, daß wenn die Beſtandtheile derſelben ſich noch in andern Verhältniſſen zu verbinden fähig ſind, dies ſtets Vielfache

ſeyn werden von der Menge, welche im erſten Falle gefunden wurde. Wird der eine in der Verbindung exiſtirende Körper als fixe oder unveränderliche Menge angenommen, ſo variirt der andere nur in den einfachen Verhältniſſen von 1, 2, 3, 4, 5 ꝛc. ſelten jedoch darüber.

29. Wir werden zwei Reihen von Verbindungen unterſuchen und ſehen, daß ſie einander in anderer nicht minder merkwürdiger Beziehung nahe ſtehen.

Silber	2703 u. 200	Sauerſtoff	bilden	Silberoxyd.
Baryum	1713 u. 200	—		Baryumoxyd oder Baryt.
Wismuth	1773 u. 200	—		Wismuthoxyd.
Kadmium	1393 u. 200	—		Kadmiumoxyd.
Calcium	512 u. 200	—		Calciumoxyd od. Kalkerde
Kupfer	791 u. 200	—		braunes Kupferoxyd.

Silber	2703 u. 400	Schwefel	bilden	Schwefelſilber.
Baryum	1713 u. 400	—	—	Schwefelbaryum.
Wismuth	1773 u. 400	—	—	Schwefelwismuth.
Kadmium	1393 u. 400	—	—	Schwefelkadmium.
Calcium	512 u. 400	—	—	Schwefelcalcium.
Kupfer	791 u. 400	—	—	Schwefelkupfer.

Aus dieſen beiden Tabellen geht hervor, daß eine beſtimmte Menge Metall, welche durch 200 Sauerſtoff in Oxyd verwandelt wird, dagegen 400 Schwefel erfordert, um ein Schwefelmetall zu bilden; hieraus folgt ferner, daß wenn man 2903 Theile Silberoxyd in Schwefelſilber verwandeln wollte, man 400 Theile Schwefel anwenden müßte, um den Sauerſtoff auszutreiben, und umgekehrt 3103 Theile Schwefelſilber würden nur 200 Theile Sauerſtoff erfordern, um ſich in Oxyd umzuwandeln, wenn der Sauerſtoff fähig wäre, den Schwefel aus dieſer Verbindung zu treiben.

Dieſes wechſelſeitige Vertreten der Körper nannte man in der Chemie das Geſetz der Aequivalente. Es leuchtet hier ſogleich ein, daß 200 Theile Sauerſtoff in Abſicht auf ihre chemiſche Wirkſamkeit gleichen Werth wie 400 Theile Schwefel beſitzen. Verhältniſſe dieſer Art bieten ſich in allen Verbindungen dar, deren Natur ſcharf charakteriſirt iſt, ſo daß man ſich bisweilen erlauben darf, die Zuſammenſetzung eines Körpers nach den Reſultaten zu berechnen, welche uns die Analyſe eines Andern gegeben hat.

Hätte man z. B. in dem gegebenen Falle die Quantität des Schwefels, welche zur Bildung des Schwefelſilbers erforderlich iſt, nicht durch den Verſuch beſtimmt, ſo würde man dieſelbe ſehr leicht aus der Sauerſtoffmenge finden können, welche dies Metall erfordert, um in den Zuſtand des Oxydes

überzugehen. Man würde in dieſem Falle gefolgert haben: wenn 2703 Silber und 200 Sauerſtoff das Silberoxyd bilden, ſo werden 400 Schwefel nöthig ſeyn, um den Sauerſtoff zu vertreten, und wir würden demnach 2703 Silber und 400 Schwefel für das Schwefelſilber haben. Man macht ſehr häufig in der Chemie auf dieſe Weiſe Anwendung von dem Geſetze der Aequivalente, namentlich um das quantitative Miſchungsverhältniß gewiſſer Subſtanzen zu beſtimmen, welche Verbindungen bilden, die man bisher noch nicht zerlegen konnte; man muß hierbei jedoch mit großer Umſicht verfahren, indem man ſonſt Gefahr läuft in grobe Irrthümer zu verfallen. Findet z. B. der Fall ſtatt, daß ein Metall fähig iſt, ſich in mehreren Verhältniſſen mit Sauerſtoff und Schwefel zu verbinden und ſomit mehrere Oxyde und Schwefelverbindungen bilden kann, ſo kann nur durch Verſuche allein beſtimmt werden, welches die einander entſprechenden Verbindungen ſind.

30. Es giebt beſondere Fälle, in welchen man das Geſetz der Aequivalente mit großem Vortheile anwendet; nämlich wenn man die Salze in Abſicht auf ihre Zuſammenſetzung ſtudirt. Es exiſtirt dafür ein Charakter, mittelſt deſſen man diejenige Verbindung unter mehreren zuſammengeſetzten Körpern derſelben Ordnung, welche man ſpezieller unterſuchen will, genau beſtimmen und ſicher bezeichnen kann. Alle Neutralſalze können auf dieſe Weiſe berechnet werden, denn es kann nicht der mindeſte Zweifel in Beziehung auf den Werth einer ſolchen Salzverbindung obwalten. Selbſt wenn die Säure und die Baſis, welche ein Salz bilden, fähig wären, verſchiedene Salze zu erzeugen, ſo könnte man doch nie dasjenige, in welchem die Säure vorherrſcht, oder ein Ueberſchuß von Baſis vorhanden iſt, mit dem neutralen Salz verwechſeln, welches durch eine gegenſeitige vollkommene Sättigung der beiden Beſtandtheile charakteriſirt iſt. Unterſucht man in dieſer Beziehung die Bildung der ſchwefelſauren Salze, ſo findet man z. B. das fünf Theile Schwefelſäure zu ihrer Sättigung eine Menge Oxyd erfordern, welche einen Theil Sauerſtoff enthält; hieraus folgt, daß je reicher ein Oxyd an Sauerſtoff iſt, deſto weniger wird man davon nöthig haben, um eine beſtimmte Menge Schwefelſäure zu ſättigen. Ein Beiſpiel möge dieß erläutern:

791 Kupfer und 100 Sauerſtoff bilden 891 Kupferoxydul.
791 — — 200 — — 991 Kupferoxyd.
891 Kupferoxydul und 500 Schwefelſäure bilden ſchwefelſaures Kupferoxydul.
991 Kupferoxyd und 1000 Schwefelſäure bilden das ſchwefelſaure Kupferoxyd.

Es ergiebt ſich hieraus, daß 1000 Theile Schwefelſäure, welche durch 991 Kupferoxyd geſättiget werden, 1782 Kupferoxydul zu ihrer Sättigung erfordern. Da die Sauerſtoff-

menge, welche das Oxyd enthält, proportional der Menge der angewandten Säure iſt, ſo giebt uns dieſes Geſetz das Mittel an die Hand, die Zuſammenſetzung aller neutralen ſchwefelſauren Salze zu berechnen, ſobald man durch Verſuche die Zuſammenſetzung der Oxyde ſelbſt beſtimmt hat. Wir werden darauf zurückkommen, wenn die Rede von den Salzen ſeyn wird, denn ſie ſind ſämmtlich derſelben Regel unterworfen; hier genügt es, blos im Allgemeinen davon geſprochen zu haben, um zu zeigen, welcher verſchiedenartigen Anwendung das Geſetz der Aequivalente fähig iſt.

31. Wir wiederholen alſo: wenn man ein Oxyd durch Schwefel zerſetzen will, ſo werden 400 Theile Schwefel das Aequivalent von 200 Sauerſtoff ſeyn, und will man Schwefelſäure mit einer ſalzfähigen Baſis verbinden, ſo wird zur Sättigung von 5 Theilen Schwefelſäure eine Menge Baſis erfordert, welche 1 Theil Sauerſtoff enthält. Die Zahlen, womit man die Mengen bezeichnet, welche von den verſchiedenen Körpern erfordert werden, wenn ſolche ſich wechſelſeitig ſättigen ſollen, haben den Namen chemiſche Aequivalente, ſtöchiometriſche Zahlen, Verhältnißzahlen, Atomgewichte oder Miſchungsgewichte erhalten.

32. Die Theorie der chemiſchen Proportionen beruht alſo auf zwei durch die Erfahrung beſtimmten Geſetze, nämlich das Geſetz der vielfachen Proportionen und das Geſetz der Aequivalente; man kann dieſelben ganz allgemein ausdrücken: wenn man eine Quantität a von irgend einem Körper nimmt, welche fähig iſt Verbindungen mit gewiſſen Mengen von andern Körpern zu bilden, die ausgedrückt werden durch

b
c
d
e
f
g etc.

um auf ſolche Weiſe zuſammengeſetzte Körper zu ab, ac, ad, ae, af, ag, etc. zu erzeugen, ſo iſt gewiß, daß der Körper b ſich auch mit den Uebrigen vereinigen und Verbindungen bc, bd, be, bf, bg etc. bilden kann; daſſelbe wird auch für den Körper c und die Körper d, e, f, g etc. gelten.

Nehmen wir ferner eine neue Reihe

h
i
k
l
m
n etc.

in welcher alle Körper ſich mit dem Körper a verbinden können, um die Verbindungen ah, ai, ak, al, am, an etc. zu er-

zeugen, ſo iſt einleuchtend, daß alle dieſe Körper auch wieder unter einander ſich vereinigen, und die Verbindungen hi, hk, hl . . . ik, il, im . . . kl, km . . . lm, ln, mn hervorbringen können, außer daß ſich dieſe Körper nun mit a verbinden, ſo werden ſie ſich auch mit ſeinen Aequivalenten b, c, d, e, f, g etc. verbinden und die Verbindungen bh, bi, bk . . ch, ci, ck . . . dh, di, dk . . gh, gn etc. bilden.

Nehmen wir nun mit jeder der ſo erhaltenen binären Verbindungen die Modificationen vor, welche aus dem Geſetze der vielfachen Proportionen hervorgehen, ſo ergiebt ſich, daß für jede derſelben eine neue Reihe wie folgt ſich bilden kann:

$$a+b \,.\,.\, a+2b \,.\,.\, a+3b \,.\,.\, a+4b \,.\,.\, a+5b$$

oder auch $a+b \,.\,.\, 2a+b \,.\,.\, 3a+b \,.\,.\, 4a+b \,.\,.\, 5a+b$

33. Die Chemiker ſind übereingekommen, alle Verhältnißzahlen oder Miſchungsgewichte mit einer gemeinſchaftlich angenommenen Einheit zu vergleichen. Man nahm hierzu vorzugsweiſe allgemein den Sauerſtoff und drückte die Verhältnißzahl dieſes Körpers durch 1, durch 10, oder durch 100, aus, was ganz gleichbedeutend iſt, wenn man das Komma verrückt.

Wir haben nun geſehen, daß die Verhältnißzahl jedes einfachen oder zuſammengeſezten Körpers beſtimmt iſt, die Gewichtsmenge derjenigen Stoffe auszudrücken, welche ein Aequivalent für 1 oder 10 oder 100 Sauerſtoff ſind. Um dieſe Zahlen zu finden, kann man mehrere Methoden befolgen.

Man nehme z. B. 100 Gewichtstheile reines Silberoxyd, bringe es in eine kleine Glasretorte, deren Gewicht bekannt iſt und erwärme nun das Oxyd ſo lange, bis es ſich gänzlich zerſezt hat. Der in dem Oxyd enthaltene Sauerſtoff hat ſich entbunden und es bleibt in der Retorte 93,11 metalliſches Silber zurück. Das Silberoxyd enthielt demnach 6,89 Sauerſtoff. Auf dieſe Weiſe erhält man die Menge Silber und Sauerſtoff, welche ſich wechſelſeitig ſättigen, und daraus läßt ſich leicht das Miſchungsgewicht des Silbers berechnen, wenn man ſezt:

Silber		Sauerſtoff		Silber		Sauerſtoff
93,11	:	6,89	=	x	:	10

folglich $x = \frac{93{,}11 \times 10}{6{,}89} = 135$, welche Zahl das Miſchungsgewicht des Silbers, die Aequivalentenzahl des Silbers oder endlich die Silbermenge ausdrückt, welche, indem ſie ſich mit 10 Sauerſtoff verbindet, ein Oxyd bildet.

34. Auf gleiche Weiſe verhält es ſich mit jedem andern Oxyd; ſobald nämlich die in demſelben vorhandenen Mengen von Sauerſtoff und Metall bekannt ſind, ſo läßt ſich daraus ſehr leicht das Miſchungsgewicht des leztern finden. Man wird leicht begreifen, daß es nicht gleichgültig iſt, bei dieſem

Fundamentalverſuch irgend ein Oxyd zur Analyſe zu nehmen. Die Erfahrung lehrt z. B. daß 100 Theile Kupfer 12,5 bald 25, bald 50 Sauerſtoff aufnehmen. Wendet man nun dieſe Reſultate zur Beſtimmung des Miſchungsgewichtes vom Kupfer an, ſo wird man haben:

Kupfer		Sauerſtoff		Kupfer		Sauerſtoff
100	:	12,5	=	x	:	10
100	:	25	=	x	:	10
100	:	50	=	x	:	10

Man bemerkt hier ſogleich, daß in dieſen Proportionen alle Glieder mit Ausnahme des zweiten gleich ſind, woraus ſich ergiebt, daß der Werth für jede derſelben verſchieden iſt. Derſelbe würde um ſo geringer ſeyn, als die Menge des in den Oxyde enthaltenen Sauerſtoffs größer iſt, und man würde erhalten:

für die erſte Proportion $\frac{100 \times 10}{12{,}5} = 80$

für die zweite . . . $\frac{100 \times 10}{25} = 40$

für die dritte . . . $\frac{100 \times 10}{50} = 20$

Man würde ohne Unterſchied jede dieſer Zahlen annehmen können. Wollte man die erſte gebrauchen, ſo würde man die Reihe der Oxyde alſo aufſtellen:

Ein	Miſchungsgewicht	Kupfer		80 + 10	Sauerſtoff	= Oxydul.
—	—	—	—	80 + 20	—	= Oxyd.
—	—	—	—	80 + 40	—	= Superoxyd.

Wollte man die zweite zum Grund legen, ſo erhielte man

Ein	Miſchungsgewicht	Kupfer		40 + 10	Sauerſtoff	= Oxyd.
—	—	—	—	40 + 20	—	= Superoxyd.
Zwei	—	—	—	80 + 10	—	= Oxydul.

Wollte man vorziehen die dritte zu nehmen, ſo fände man

Ein	Miſchungsgewicht	Kupfer		20 + 10	Sauerſtoff	= Superoxyd.
Zwei	—	—	—	40 + 10	—	= Oxyd.
Vier	—	—	—	80 + 10	—	= Oxydul.

35. Es würde ſehr ſchwer ſeyn unter dieſen drei Reihen eine zu wählen, da kein Grund vorhanden iſt, der die Wahl beſtimmen könnte. Um alſo die Frage mit einem Mal zu entſcheiden und alle ſich hierbei darbietenden Schwierigkeiten zu beſeitigen, indem bei allen Metallen derſelbe Fall ſtatt findet, kam man überein, hier einer ganz willkührlich angenommenen Regel zu folgen, die aber den jetzigen Bedürfniſſen der Chemiker genügend entſpricht. Es beſteht dieſelbe darin, dasjenige Miſchungsgewicht vorzugsweiſe zu wählen, welches nach den niedrigſten Oxyde beſtimmt worden iſt.

Die ſtöchiometriſche Zahl oder das Miſchungsgewicht eines Körpers iſt demnach die Gewichtsmenge dieſes Körpers, der, indem er ſich mit 10 Gewichtstheilen Sauerſtoff verbindet, das erſte Oxyd bildet. Die Summe der ſtöchiometriſchen Zahlen oder der Miſchungsgewichte der einfachen ſich miteinander verbindenden Körper giebt die ſtöchiometriſche Zahl, oder das Miſchungsgewicht der Verbindung, welche ſie bilden.

Um ein Miſchungsgewicht irgend eines in einer Verbindung vorhandenen Körpers auszutreiben, muß man ein Miſchungsgewicht von dem Körper anwenden, der ihn zu erſetzen beſtimmt iſt.

Um ein Neutralſalz zu erzeugen, hat man nur nöthig ein Miſchungsgewicht irgend einer Säure mit einem Miſchungsgewicht irgend einer Baſis zu vereinigen. Hieraus folgt im allgemeinen, daß zur Zerſetzung eines Neutralſalzes durch eine Säure, man ein Miſchungsgewicht von Jedem anzuwenden hat; derſelbe Fall findet auch ſtatt, wenn man ein Neutralſalz durch eine Baſis zerſetzen will, oder wenn es ſich darum handelt eine doppelte Zerſetzung zweier Neutralſalze durch deren wechſelſeitiges Aufeinanderwirken zu bewerkſtelligen, wodurch im letztern Falle zwei neue Neutralſalze entſtehen.

Tafel der Miſchungsgewichte der einfachen Körper.

Namen.	Zahlen.	Namen.	Zahlen.
Sauerſtoff .	100	Magneſium .	158,36
Waſſerſtoff .	12,48	Mangan . .	355,78
Schwefel . .	201,16	Molybdän .	598,52
Stickſtoff . .	177,02	Natrium . .	290,89
Kohlenſtoff .	75,33	Nickel . . .	369,67
Aluminium .	114,14	Palladium .	714,62
Baryum . .	856,88	Platin .	1215,22
Beryllium .	220,85	Queckſilber .	2531,60
Blei . . .	1294,50	Rhodium . .	1501,30
Calcium . .	256,01	Silber . . .	1350,60
Cerium . .	574,72	Strontium .	547,28
Eiſen . . .	339,21	Tellur . . .	403,23
Gold . . .	2486,02	Uran . . .	2711,36
Kadmium .	696,76	Wismuth . .	886,90
Kalium . .	487,92	Yttrium .	402,57
Kobalt . .	369,00	Zink . . .	403,23
Kupfer . .	791,39	Zinn . . .	735,29
Lithium . .	127,75	Zirkon . . .	280,02

56. Die vorſtehende Tafel iſt nicht vollſtändig, denn es exiſtiren mehrere einfache Körper, welche mit Sauerſtoff ſaure Verbindungen bilden, und die unbezweifelt mehrere Miſchungsgewichte Sauerſtoff enthalten. Da man nun die erſten Oxydationsſtufen dieſer Körper noch nicht kennt, ſo mußte hier auf andere Weiſe verfahren werden, um ihre Miſchungsgewichte in Uebereinſtimmung mit den oben aufgezählten zu bringen.

Man nahm in dieſen Fällen diejenige Quantität des Körpers als Miſchungsgewicht an, welche in einer Menge Säure enthalten iſt, die ein Quantum von Oxyd ſättigen kann, was 100 Theile Sauerſtoff einſchließt.

Man weiß z. B. daß 589,95 Kaliumoxyd, welche 100 Sauerſtoff enthalten, durch 942,64 Chlorſäure geſättigt werden und anderſeits iſt auch bekannt daß 942,64 Chlorſäure aus 500 Sauerſtoff und 442,64 Chlor beſtehen, woraus man ſchließt, daß das Miſchungsgewicht des Chlors 442,64 iſt; auf gleiche Weiſe verfährt man bei Beſtimmung der folgenden Zahlen.

Namen.	Zahlen.	Namen.	Zahlen.
Sauerſtoff .	100	Kieſel . . .	277,47
Bor . . .	271,96	Antimon . .	1612,90
Chlor . . .	442,64	Arſenik . .	470,12
Brom . . .	932,80	Chrom . .	351,82
Jod . . .	1566,70	Tantal . .	2307,40
Fluor . . .	116,90	Titan . . .	389,10
Phosphor .	196,15	Wolfram . .	1183,20
Selen . . .	494,58		

§. 5.

Atomiſtiſche Theorie.

37. Die atomiſtiſche Theorie, ſo wie ſolche heut zu Tage von den meiſten Chemikern angenommen iſt, beruht auf ſo einfachen Grundſätzen, daß man ſie ganz allgemein mit wenigen Worten darlegen kann.

Unter Atom verſteht man ein ſehr kleines Theilchen eines Körpers, welches durch die einfache Vereinigung mit den Theilchen eines andern Körpers eine Verbindung bildet. Ein Atom erleidet keine weſentliche Veränderung, wenn es Verbindungen mit andern erzeugt und die neuen Eigenſchaften, welche dieſe darbieten, rühren von der Aneinanderreihung der verſchiedenartigen Atome her. Zerſtört man eine Verbindung, ſo daß die einfachen Körper, welche dieſelbe bilden, von einander getrennt werden, ſo gelangen dieſe wieder in

den Beſitz ihrer urſprünglichen Eigenſchaften und erhalten auch wahrſcheinlich ihre vorige Form und Durchmeſſer unverändert wieder.

Das Atom eines einfachen Körpers iſt demnach ein ſehr kleines Theilchen dieſes Körpers, welches durch die chemiſche Wechſelwirkung keine Veränderung erleidet.

Das Atom eines zuſammengeſetzten Körpers iſt dagegen eine, durch die Vereinigung einfacher Atome gebildete, kleine Gruppe, die mithin aus verſchiedenartigen Atomen beſteht.

38. So ſtellte man ſich anfangs die Atome vor, bei genauerer Betrachtung aber bemerkt man, daß dieſe Anſicht eigentlich mit der Lehre von den Miſchungsgewichten zuſammenfällt die bereits oben abgehandelt wurde. Später wollte man dieſe Gränze überſchreiten, und ſogar die Zahl der Atome genau beſtimmen, welche durch die einzelnen Miſchungsgewichte repräſentirt werden. Wäre die Anzahl der Atome, welche eine Verbindung bilden, bekannt, ſo iſt einleuchtend, daß das relative Gewicht eines jeden dieſer Atome leicht feſtzuſtellen ſeyn würde. Die Erfahrung beweiſt wirklich, daß 100 Theile Sauerſtoff und 12,5 Waſſerſtoff durch ihre Vereinigung miteinander Waſſer bilden. Nimmt man an, daß dieſe beiden Stoffe ſo verbunden ſind, daß ein Atom von jeden in der Verbindung exiſtirt, ſo würde das Gewicht derſelben das Verhältniß von 100 : 12,5 bilden. Nimmt man dagegen in der Verbindung 1 Atom Sauerſtoff und zwei Atome Waſſerſtoff an, ſo erhält man das Verhältniß von 100 : $\frac{12,5}{2}$ und das relative Gewicht des Waſſerſtoffs iſt nur halb ſo groß oder = 6,25. Es entſteht deshalb hierbei ſtets die Frage: wieviel Atome einfacher Körper enthält irgend eine aus dieſen Körpern zuſammengeſetzte Verbindung?

39. Unterſucht man den Einfluß, den verſchiedene Temperatur und Druck auf die Gaſe ausüben, und zieht zugleich in Betracht, daß dieſe Körper von welcher Natur ſie auch ſeyn mögen ſich ſtets auf gleiche Weiſe verhalten, ſo wird man zu der Folgerung veranlaßt, daß gleichgroße Volumen derſelben unter übrigens gleichen Umſtänden eine gleiche Anzahl Atome enthalten. Man nimmt ferner an, und es iſt nicht wohl zu bezweifeln, daß in einem gegebenen Gaſe die kleinſten Theilchen deſſelben in gleicher Entfernung von einander ſich befinden. Wollte man nun eine ungleiche Entfernung der Theilchen eines andern Gaſes annehmen, ſo wäre es ſehr ſchwer zu erklären, warum der Einfluß einer äußern Kraft in beiden Fällen ganz gleiche Reſultate hervorbrächte. Man hat deshalb allgemein angenommen, daß die Gaſe, unter ſonſt gleichen Umſtänden, aus Theilchen oder Atomen beſtehen, die in gleicher Entfernung von einander ſich befinden, oder mit andern Worten, daß ſie in einem gleichen Volumen ſtets auch eine gleiche Anzahl Atome einſchließen.

Wird dieß als Grundſatz feſtgeſtellt, ſo läßt ſich das relative Gewicht zweier Atome ſehr leicht von dem Gewichte zweier gleichgroßen Volumen verſchiedener Gaſe ableiten. Da die Dichtigkeit der Gaſe, unter gleichen Umſtänden, ihr relatives Gewicht ausdrückt, ſo kann man daraus ſchließen, daß die Atomgewichte gasförmiger Körper mit dem ſpezifiſchen Gewichte desſelben in gleichem Verhältniß ſtehen.

Nehmen wir als Beiſpiel den Sauerſtoff und Waſſerſtoff, ſo verhält ſich 1,1026 oder das ſpezif. Gewicht des Sauerſtoffs : 0,0687 oder dem ſpezif. Gewichte des Waſſerſtoffs = 100 : x, indem man das Atomgewicht des Sauerſtoffs = 100 ſetzt, woraus folgt, daß $\frac{100 \times 0,0687}{1,1026} = 6,23$ das Atomgewicht des Waſſerſtoffs iſt.

Verfährt man auf gleiche Weiſe bei Chlor, Stickſtoff, Jod und Queckſilber, ſo gelangt man zu folgenden Reſultaten:

	ſpezif. Gewicht	Atomgewicht
Sauerſtoff . . .	1,1026	100,00
Waſſerſtoff . . .	0,0687	6,23
Chlor	2,470	224,00
Stickſtoff	0,976	88,50
Jod	8,716	790,04
Qeckſilber . . .	6,976	632,90

40. Da dieſe Grundſtoffe die einzigen ſind, welche im natürlichen Zuſtande als Gaſe vorkommen, oder deren ſpecif. Gewicht im Gaszuſtand beſtimmt werden kann, ſo iſt die Anwendung dieſer Methode ſehr beſchränkt; man kann dieſelbe jedoch noch weiter auf diejenigen Körper ausdehnen, welche gasförmige Verbindungen erzeugen können, indem man von der wichtigen Entdeckung Gay-Luſſac's Gebrauch macht. Dieſer berühmte Phyſiker hat nämlich gefunden, daß die Volumen der Beſtandtheile dieſer Art von Verbindungen unter ſich ſehr einfache Verhältniſſe beobachten. Man findet ſich in Beziehung auf das Volumen des Dampfes, woraus die gasförmige Verbindung beſteht, nur auf wenige Annahmen beſchränkt, zwiſchen welchen die Wahl nicht lange zweifelhaft bleiben kann, und häufig kann das fragliche Volumen auf eine ſehr ſichere Weiſe durch Analogien beſtimmt werden, welche unverkennbar zwiſchen dem unterſuchten Körper und einem weiter oben aufgeführten Grundſtoffe ſtatt finden.

Beiſpiele hiervon ſind:

	ſpeziſiſches Gewicht des Dampfes	Atomgewicht
Schwefel	2,2178	201,16
Phosphor	2,1836	196,15
Arſenik	5,1836	470,12
Kohlenſtoff . . .	0,414	37,66

Man fand das ſpezif. Gewicht des Schwefeldampfes, indem man annahm, daß die Schwefelwaſſerſtoffſäure aus

einem Maaß *) Waſſerſtoff und aus einem halben Maaß Schwefeldampf zuſammengeſetzt ſei. Man gelangt zu dieſem Reſultat, wenn man die Zuſammenſetzung des Waſſerdampfes als Norm annimmt, indem zwiſchen Schwefel und Sauerſtoff in vieler Beziehung eine große Aehnlichkeit ſtatt findet.

Das ſpezifiſche Gewicht des Arſenik- oder Phosphor-Dampfes wurde mittelſt des erſten Phosphorwaſſerſtoffgaſes und des Arſenikwaſſerſtoffgaſes gefunden, in welchen man ein und ein halbes Maaß Waſſerſtoff und ein halbes Maaß Phosphor- oder Arſenikdampf annimmt, ganz ähnlich wie bei Ammoniak, was aus ein und einem halben Maaß Waſſerſtoff und einem halben Maaß Stickſtoff beſteht; Stickſtoff, Phosphor und Arſenik ſind auch übrigens in vieler Hinſicht einander ſehr ähnlich.

Bei Beſtimmung des Kohlenſtoffs, da derſelbe keine Ähnlichkeit mit irgend einem einfachen gasförmigen Körper hat, ließ man ſich durch mehrere ſeiner Verbindungen zugleich leiten. Aus dem weiter oben angenommenen ſpecif. Gewichte findet man, daß

1 Maaß halb Kohlenwaſſerſtoff = { 2 Maaß Waſſerſtoff
1 Maaß Kohlenſtoffdampf

1 Maaß Kohlenwaſſerſtoff = { 2 Maaß Waſſerſtoff
2 Maaß Kohlenſtoffdampf

ſind.

Nimmt man nun mit Berzelius an, daß das ſpezif. Gewicht des Kohlenſtoffdampfes doppelt ſo groß iſt, als wir im vorhergehenden bemerkten, ſo führt dies zu Vorausſetzungen, die wenig für ſich haben, nämlich daß

2 Maaß halb Kohlenwaſſerſtoff = { 4 Maaß Waſſerſtoff
1 Maaß Kohlenſtoffdampf

u. 1 Maaß Kohlenwaſſerſtoff = { 2 Maaß Waſſerſtoff
1 Maaß Kohlenſtoffdampf

ſind.

Dem letztern Reſultate läßt ſich nichts entgegenſetzen, dagegen bietet das erſte eine Art der Verbindung dar, wovon kein anderes Beiſpiel vorhanden iſt.

Dieſe Berechnungen laſſen ſich übrigens ſehr leicht anſtellen; es ſey z. B. 2,695 das ſpezif. Gewicht des Arſenikwaſſerſtoffgaſes, und man nimmt an, daß es ein und ein halbes Maaß Waſſerſtoff und ein halbes Maaß Arſenikdampf enthalte, ſo findet man $(2{,}695 \times 2) - (0{,}0687 \times 3) = 5{,}1836$ oder ſpezifiſches Gewicht des Arſenikdampfes. Man verfährt nun mit dieſer Zahl, wie oben bei Waſſerſtoff gezeigt wurde und hat ſo $1{,}1026 : 5{,}1836 = 100 : x = 470{,}12$ oder Atomgewicht des Arſeniks.

*) Es wird in der Folge das deutſche Wort Maaß ſehr häufig für Volumen gebraucht werden. E.

Hieraus geht ferner hervor, daß wenn man mit Beſtimmtheit das Atomgewicht irgend eines Körpers verglichen mit dem des Sauerſtoffs kennt, ſo kann hieraus das ſpezif. Gewicht ſeines Dampfes gefunden werden. In dieſem Falle hätte man z. B. 1,1026 : x = 100 : 470,12 oder dem Atomgewicht des Arſeniks. Hieraus fände man nun ſehr leicht

$$\frac{470{,}12 \times 1{,}1026}{100} = 5{,}1836,$$ ſpezif. Gewicht des Arſenikdampfes.

Dieſe Art zu berechnen iſt jedoch nur dann anzuwenden, wenn die vorausgegangene Berechnung einer weitern Beſtättigung oder Berichtigung bedarf.

41. Wir verweilen nicht länger bei dieſen einfachen Betrachtungen, wollen jedoch aber auf eine Schwierigkeit aufmerkſam machen, die ſich bei Anwendung des Geſagten darbietet. Man nehme 1 Maaß Chlor und denke ſich darinn 1000 Atome, ſo wird 1 Maaß Waſſerſtoff zufolge der (39) vorausgegangenen Annahme gleichfalls 1000 Atome in ſich ſchließen, und endlich wird 1 Maaß Chlorwaſſerſtoffſäure, welche eine gleiche Zahl Atome nach dieſer Vorausſetzung enthalten müſſen. Nun aber bilden

	1 Maaß	Waſſerſtoff	= 1000	Atomen
und	1 —	Chlor	= 1000	—
	2 —	Chlorwaſſerſtoffſäure	= 2000	—

Jedes Atom Clor aber, indem es ſich mit einem Atom Waſſerſtoff verbindet, kann nur ein Atom Chlorwaſſerſtoffſäure oder 1000 Atome im Ganzen bilden; man müßte alſo annehmen, daß die Atome von Chlor und Waſſerſtoff halbirt würden, um die Chlorwaſſerſtoffſäure-Atome zu bilden. Jeder der Letztern würde demnach aus einem halben Atom Chlor und einem halben Atom Waſſerſtoff beſtehen, derſelbe Fall findet auch bei Stickſtoffoxyd ſtatt.

Nehmen wir dagegen ein anderes Beiſpiel

	1 Maaß	Sauerſtoff	= 1000	Atomen
und	2 —	Waſſerſtoff	= 2000	—
bilden	2 —	Waſſerdampf	= 2000	—

Jedes Atom Waſſer beſteht alſo aus einem ganzen Atom Waſſerſtoff und einem halben Atom Sauerſtoff. Gerade ſo verhält es ſich bei Stickſtoffoxydul.

Endlich	1 Maaß	Stickſtoff	= 1000	Atomen.
und	3 —	Waſſerſtoff	= 3000	—
bilden	2 —	Ammoniakgas	= 2000	—

Hieraus muß man ſchließen, daß jedes Atom Ammoniak aus anderthalb Atomen Waſſerſtoff und einem halben Atom Stickſtoff zuſammengeſetzt iſt.

Mit Ausnahme weniger ſehr ſeltener Fälle, in welchen eines, der in die Verbindung eingehenden Gaſe, völlig verſchwindet und entweder ſelbſt ein gleiches oder auch größeres Volumen beſaß als das gebildete Produkt, muß man ſonach

annehmen, daß die Atome gasförmiger Körper einer Theilung fähig ſind, wenn ſie Verbindungen miteinander eingehen.

Wir werden dieſe Anſicht wirklich in dieſem ganzen Werke durchführen, indem wir es als genügend nachgewieſen betrachten, ſey es durch das Vorhergehende, oder durch andere Gründe, die wir erſt ſpäter darlegen werden, daß die Wärme die kleinen Theilchen nie ſo weit zu theilen vermag, als dieß mittelſt der chemiſchen Wirkſamkeit geſchehen kann. Aus allen bisher bekannten Erſcheinungen iſt es einleuchtend, daß man nie dahin gelangen kann, den Werth dieſer chemiſchen Theilchen genau zu beſtimmen; man muß ſich deshalb mit dem phyſiſchen Theilchen, welches uns in den Gaſen gegeben iſt, begnügen. Uebrigens ſteht das phyſiſche Theilchen in einem ſehr einfachen Verhältniß zu dem Erſtern, nämlich es wird gebildet durch eine Gruppe chemiſcher Theilchen, welche durch eine ganze und wahrſcheinlich ſehr kleine Zahl repräſentirt wird.

42. Wir nennen demzufolge Atome, die aus chemiſchen Theilchen gebildeten Gruppen, welche iſolirt in den Gaſen ſich befinden. Die Atome der einfachen Gaſe enthalten alſo ſtets eine gewiſſe Anzahl Theilchen, welche uns unbekannt iſt.

Die Atome der zuſammengeſetzten Gaſe werden gebildet entweder blos aus ganzen Atomen, oder aus ganzen Atomen vereinigt mit Atomtheilen, die ſtets durch einfache Brüche ausgedrückt ſind, oder endlich auch aus Atomtheilen allein, die ſich miteinander verbunden haben.

Wir wollen unterſuchen, ob das von gasförmigen Körpern geſagte auch auf Andere Anwendung finden kann. Dulong und Petit, welche die ſpezifiſche Wärme mehrerer einfacher Körper beſtimmt hatten, fanden, daß wenn ihr Atomgewicht einigermaſſen durch Reduktion auf die Hälfte das Drittel oder Viertel verändert wird, dieſelben ſämmtlich auf ſolche Bedingungen reducirt werden konnten, daß die Wärmecapazität für jedes Atom ganz gleich iſt, von welcher Beſchaffenheit ſie übrigens auch ſeyn mögen. Man würde auf ſolche Weiſe mit einer gegebenen Menge Wärmeſtoff die Temperatur der verſchiedenen, durch ihre Atomgewichte ausgedrückten Mengen eines jeden einfachen Körpers um eine gleiche Anzahl gerade erhöhen können.

Es würde leicht ſeyn zu finden, wie weit ſich dieſes Geſetz bewährt; die Zahl, welche die ſpezifiſche Wärme eines Körpers ausdrückt, zeigt die Wirkung an, welche dieſer Körper auf die Temperatur des Waſſers ausübt, indem er ſelbſt um einen Grad kälter wird. Nimmt man nun den Körper ſowohl als das Waſſer als Eins an, um die durch ein Atom auf das Thermometer hervorgebrachte Wirkung zu finden, ſo muß man nothwendiger Weiſe das Gewicht dieſes Atoms durch diejenige Zahl multipliciren, welche ſeine Wärmecapazität ausdrückt und man erhält dann folgende Tafel:

ſpezifiſche Wärme.		relatives Gewicht d. Atome.	Produkt aus dem Gewichte jedes Atoms durch in ihm entſprechende Wärmecapazität.
Wismuth . . .	0,0288	1330	38,30
Blei	0,0293	1295	37,94
Gold	0,0298	1243	37,04
Platin	0,0314	1215	38,15
Zinn	0,0514	735	37,79
Silber	0,0557	675	37,59
Zink	0,0927	403	37,36
Tellur	0,0912	403	36,75
Kupfer	0,0949	395,7	37,55
Nikkel	0,1035	369	38,19
Eiſen	0,1100	339,2	37,31
Kobalt	0,1498	246	36,85
Schwefel . . .	0,1880	201,1	37,80

Die Produkte ſind, wie hier ſogleich in die Augen fällt, beinahe ganz gleich und dies kann unmöglich ein Zufall ſeyn. Man muß im Gegentheil mit Dulong und Petit hieraus ſchließen, daß die Atome aller einfacher Körper eine gleich große Wärmecapazität beſitzen.

43. Es fragt ſich nun, ob dies Geſetz ſich auf die phyſiſchen Atome oder auf die chemiſchen Theilchen beziehe. Es iſt dieß nicht ſchwer zu entſcheiden, denn wäre die ſpezifiſche Wärme in den chemiſchen Theilchen gleich, ſo würde man ſie wahrſcheinlich auch in den einfachen Gaſen gleich finden, gewiß aber würde ſie dann auch in den zuſammengeſetzten Gaſen verſchieden ſeyn.

Nun geht aber aus neuerlichſt von de Larive dem Sohn und Marcet mit großer Sorgfalt angeſtellten Verſuchen hervor, daß alle Gaſe bei gleichem Volumen dieſelbe Wärmecapazität beſitzen.

Hieraus kann man ſchließen, daß in den Gaſen die ſpecifiſche Wärme ſich als eine Erſcheinung darbietet, welche in unmittelbaren Verhältniß zu den phyſiſchen Atomen ſteht, ohne mit den chemiſchen Theilchen geradezu in Beziehung zu ſeyn. Findet dies für die Gaſe ſtatt, ſo kann man hieraus auch Folgerungen für die ſtarren Körper ziehen. Durch das von Dulong und Petit aufgefundene Geſetz werden in dieſem Falle nur die Gewichte der aus den kleinſten Theilchen beſtehenden Gruppen, welche jenen, woraus die Gaſe beſtehen, ähnlich ſind, gefunden werden können, nicht aber die Gewichte der chemiſchen Theilchen ſelbſt. Nichts ſteht demnach der Annahme entgegen, daß in die zuſammengeſetzten Atome ſtar-

rer Körper Atomtheile eingehen können, gleich wie wir es bei den Gaſen angenommen haben.

Denken wir uns die Atome der ſtarren Körper übereinſtimmend mit dem Geſetze von Dulong und Petit gebildet, ſo folgen wir dadurch einem ſich conſequent bleibenden Syſtem und da die Atome ſtets als Gruppen betrachtet werden müſſen, die nicht weiter phyſiſch theilbar ſind, ſo können ſie dadurch leicht miteinander verglichen werden, obgleich dieſelben übrigens aus mehr oder weniger chemiſchen Theilchen zuſammengeſetzt ſeyn können.

44. Diejenigen Körper, welche in ihrem natürlichen Zuſtande nicht gasförmig ſind, und auch keine gasförmigen Verbindungen bilden, können ſich nach Mitſcherlichs Beobachtungen auf eine Weiſe gruppiren, die viel Wahrſcheinliches für ſich hat. Dieſer Gelehrte fand, daß in einem Salze zuweilen die Baſis ganz oder theilweiſe durch eine andere Baſis und ebenſo auch die Säure durch eine andere Säure erſetzt werden kann, ohne daß das Syſtem der primären Kryſtallform dadurch verändert wird, obgleich die Größe der Winkel nicht genau dieſelbe iſt. Er nannte diejenigen Körper, welche ſich auf ſolche Weiſe wechſelſeitig vertreten können, iſomorph und bewies durch angeſtellte Verſuche, daß dieſe iſomorphen Körper, wenn ſie in iſolirten Zuſtande kryſtalliſiren, gewöhnlich Kryſtalle von gleicher Form und einander ſehr genäherten Winkeln bilden. In vielen iſomorphen Verbindungen hatte man vor dieſer wichtigen Beobachtung dieſelbe Anzahl von Atomen angenommen, Mitſcherlich aber ſchlug vor, dieſer Annahme eine noch allgemeinere Gültigkeit beizulegen. Er betrachtet alle zuſammengeſetzten Körper, welche auf gleiche Weiſe kryſtalliſiren können, oder fähig ſind ſich in ihren Verbindungen wechſelſeitig zu vertreten, ohne dadurch die Form derſelben zu verändern, als beſtehend aus einer gleich großen Anzahl von Atomen, die auf gleiche Weiſe miteinander vereinigt ſeyen.

Mögen einige Beiſpiele dieſen Vorſchlag näher erläutern. In den beiden Oxyden des Eiſens verhalten ſich für eine gegebene Menge Eiſen die relativen Mengen des Sauerſtoffs wie 2 : 3. Man kann demzufolge annehmen, daß 2 oder 3 Atome Sauerſtoff mit 1 oder 2 Atomen Eiſen verbunden ſeyen. Nehmen wir an, das Eiſen gehe mit 2 Atomen in die Verbindung ein, ſo iſt

Eiſenoxydul = { 1 Atom Eiſen
1 Atom Sauerſtoff

Eiſenoxyd = { 2 Atom Eiſen
3 Atom Sauerſtoff.

Iſt dies feſtgeſtellt, ſo muß man ähnliche Formeln wie die erſte annehmen für das Kupferoxyd, Manganoxydul, Kobaltoxyd, Nikkeloxyd, Zinkoxyd, Magneſiumoxyd, Calcium-

oxyd; dieſe Körper müſſen ſämmtlich ein Atom Metall und ein Atom Sauerſtoff enthalten. Derſelbe Fall findet auch Statt bei Bleioxyd, Baryumoxyd und Strontiumoxyd.

Dagegen muß man Aluminiumoxyd, Manganoxyd und das grüne Chromoxyd ähnlich wie das Eiſenoxyd zuſammengeſetzt betrachten.

45. Die Erfahrung hat uns jedoch über eine ziemlich beträchtliche Anzahl von Metallen, die in den vorſtehenden Reihen nicht begriffen ſind, noch keine hinreichende Aufklärung ertheilt,; auch muß noch außerdem erwähnt werden, daß Mitſcherlich gezeigt hat, daß ein und derſelbe Körper bisweilen zwei verſchiedene und mit einander unverträgliche primäre Formen beſitzen könne. Er wies dieß für den Schwefel unter den einfachen Körpern nach. Auch der Kalk iſt bisweilen iſomorph mit dem Strontian und dem Bleioxyd, während er außerdem eine von dieſen verſchiedene Form zeigt und ſich an die Oxydule des Eiſens, Mangans u. ſ. w. reiht, und gerade hierdurch aber auch dieſe beiden dem Anſcheine nach verſchiedene Klaſſen von Oxyden mit einander verbindet.

Mitſcherlich erklärt dieſe ſonderbaren Abweichungen, indem er annimmt, daß ſie Folge einer Veränderung ſeyen, welche in den gegenſeitigen Verhältniſſen der Theilchen eintreten könnte; er zieht hieraus den Schluß, daß dieſelben Atome, verbunden auf dieſelbe Weiſe, ſtets die nämliche Kryſtallform erzeugten; daß ferner die Kryſtallform unabhängig von der Natur der Atome ſey, aber durch deren Zahl und relative Stellung beſtimmt werde.

Dieſer bei der Kryſtalliſation der Körper obwaltende ſonderbare Umſtand läßt an den kryſtallographiſchen Reſultaten zweifeln, demgemäß es nicht erlaubt iſt, die aus ihnen hergeleiteten negativen Folgerungen als abſolut zu betrachten. Ergeben ſich poſitive Reſultate, ſo kann ſie der Chemiker als Annäherung zur Wahrheit betrachten, darf ſie aber nur dann annehmen, wenn ſie durch viele Verſuche außer Zweifel geſtellt und durch die Analogie der chemiſchen Eigenſchaften beſtättigt ſind.

46. Vergleicht man die von Dulong und Petit angenommenen Atomgewichte mit jenen, welche Mitſcherlich durch Näherungen gefunden hat, ſo gelangt man in Beziehung auf das Kobalt zu widerſprechenden Reſultaten.

Nimmt man die in obiger Tafel aufgeführten Atomgewichte an, ſo findet man für folgende Körper:

Zinkoxyd	=	403 Zink	+	100	Sauerſtoff
Eiſenoxydul	=	339 Eiſen	+	100	—
Kupferoxyd	=	395 Kupfer	+	100	—
Nikkeloxyd	=	369 Nikkel	+	100	—
Kobaltoxyd	=	246 Kobalt	+	66,6	—

Bei den vier erſten Metallen leuchtet ſogleich ein, daß die Verbindung ein Atom von jedem Element enthält und es findet ſich wirklich, daß die Oxyde iſomorph ſind; allein bei dem Letztern muß das Oxyd als eine Verbindung von 3 Atomen Kobalt und 2 Atomen Sauerſtoff betrachtet werden. Eine Verbindung dieſer Art hat wenig Wahrſcheinlichkeit für ſich; außerdem ſollte dieſelbe nicht iſomorph mit den bereits aufgeführten Oxyden ſeyn, während ſie es doch im Gegentheil wirklich iſt. Man könnte freilich auch glauben, daß das von Dulong und Petit angewandte Kobalt noch Kohlenſtoff enthalten hätte, und daß durch die Anweſenheit dieſes Körpers ſeine Wärme-Kapazität vermehrt worden wäre, allein die allmein anerkannte Tüchtigkeit dieſer beiden Phyſiker berechtigt nicht zu einem ſolchen Verdachte. Schwer iſt es dann aber auch zu erklären, warum das Kobalt eine viel größere Wärme-Kapazität haben ſollte, als die übrigen Metalle.

Dieſe einzige Ausnahme abgerechnet, ſo ſprechen zu Gunſten der übrigen Gewichte ſehr viele höchſt merkwürdige und wahrſcheinliche Thatſachen, die zugleich ganz im Einklange mit Mitſcherlichs Anſichten, und mit den allgemein bekannten chemiſchen Erſcheinungen ſtehen.

47. Sowohl Dulong und Petit, als auch Mitſcherlich haben die phyſiſchen Eigenſchaften der Atome ſehr vortheilhaft, behufs der Beſtimmung ihrer relativen Gewichte, benützt. Eine andere Eigenſchaft, zu deren Kenntniß wir durchs Experiment gelangen können, verdient hier noch beſonders in Betracht gezogen zu werden; es iſt dies das relative Volumen der Atome im ſtarren Zuſtande. Um dieſes Volumen kennen zu lernen, braucht man nur durch einen Verſuch das Volumen derjenigen Waſſermenge kennen zu lernen, die durch ein bekanntes Gewicht des beſagten Körpers aus ſeiner Stelle verdrängt worden iſt. Dies ſpecifiſche oder eigenthümliche Gewicht jedes Körpers, verglichen mit dem des Waſſers, führt unmittelbar zu dieſem Reſultat, weil es die Menge des Körpers ausdrückt, welche nöthig iſt, um ein Volumen Waſſer zu verdrängen, was in allen Fällen als Einheit angenommen wird. Zur Beſtimmung des Volumens eines Atoms reicht demnach eine einfache Proportion hin.

$$1^{vol} : s = x^{vol} : a \;.\;.\;.\;.\;.\; x = \frac{1a}{d}$$

Wenn s das ſpezifiſche Gewicht des Körpers iſt und a ſein Atomgewicht, ſo wird $\frac{a}{s}$ mithin das Waſſervolumen ausdrücken, welches durch ein Atom von dieſem Körper verdrängt wird.

48. Wir werden nun das Volumen der Atome mehrerer Metalle miteinander vergleichen und wollen mit jenen beginnen, deren Iſomorphismus Mitſcherlich nachgewieſen hat.

	ſpez. Gewicht.	Atomgewicht.	Atomvolumen.
Kupfer	8,89	395,7	44,4
Mangan	8,01	355,7	44,4
Nikkel	8,38	369,7	44,1
Kobalt	8,50	369,0	43,4
Eiſen	7,80	339,2	43,5
Zink	7,19	403,2	56,0

Für die fünf erſten Metalle findet man daſſelbe Volumen, ganz kleine Verſchiedenheiten abgerechnet, die innerhalb der Grenzen möglicher Beobachtungsfehler liegen. Derſelbe Fall findet nicht bei Zink ſtatt, denn die Abweichung iſt zu bedeutend, als daß man ſie ähnlichen Urſachen zuſchreiben könnte. Wir verſuchen nun andere Vergleichungspunkte für das Zink aufzufinden; hiezu eignen ſich diejenigen Metalle, deren Oxyde Sauerſtoffmengen enthalten, die in dem Verhältniß von 1 : 2 zu einander ſtehen, nämlich Platin, Zinn und Blei.

	ſpez. Gewicht.	Atomgewicht.	Atomvolum.
Zink	= 7,19	403,2	56,0
Platin	21,5	1215,2	56,7
Palladium	12,2	703,7	57,6
Zinn	7,29	734,2	100,8
Blei	11,35	1295,0	114,7

Die drei erſten dieſer Metalle zeigen eine unverkennbare Uebereinſtimmung unter ſich, allein Zinn weicht durchaus davon ab. Das Blei dagegen, da ſein Volumen faſt genau doppelt ſo groß iſt, als das des Platins, könnte man füglich in dieſer Reihe aufführen, indem man ſein Volumen auf die Hälfte reducirt, allein man würde dadurch das Gewicht, welches ihm vermöge ſeiner Wärme-Kapazität zukommt, verändern.

Wir wollen nun nicht weiter die dem Zinn ähnlichen Metalle aufzuſuchen. Das Titan iſt das einzige Metall, welches ihm ſehr ähnlich iſt, allein ſein ſpezifiſches Gewicht im metalliſchen Zuſtande iſt noch nicht ſicher beſtimmt, weshalb es auch ſchwer iſt, einen genauen Vergleich anzuſtellen.

Wir ſetzen dieſe Vergleiche für andere Körper fort.

	ſpezif. Gewicht	Atomgewicht	Atomvolum.
Molybdän	8,6	298,4	34,5
Wolfram	17,4	603,8	34,7

Hier zeigt ſich faſt eine vollkommene Uebereinſtimmung des Volumens und in der That unter allen Metallen ſind vielleicht Wolfram und Molybdän diejenigen, welche die meiſte Aehnlichkeit hinſichtlich ihrer Eigenſchaften miteinander haben.

	ſpec. Gewicht	Atomgewicht	Atomvolum.
Silber	10,48	675,8	64,3
Gold	19,4	1243,0	64,0
Rhodium	11,0	750,0	68,0
Tellur	6,115	403,2	65,9
Wismuth	9,88	1330,0	134,0

Die kleine Abweichung, welche Rhodium zeigt, rührt vielleicht davon her, weil das ſpecifiſche Gewicht dieſes Metalls nur näherungsweiſe bisher beſtimmt worden. Bei den drei erſten Metallen verhalten ſich ihre Sauerſtoffmengen wie 2 : 3 Zwiſchen dieſen und dem Tellur findet zwar wenig Aehnlichkeit ſtatt, aber vermöge des Atomgewichts, welches ſich aus ſeiner Wärme-Kapazität ergiebt, muß es zu dieſer Gruppe geſtellt werden. Der Wismuth dagegen beſitzt offenbar ein doppelt ſo großes Volumen, als die voranſtehenden Metalle.

49. Wir haben bisher angenommen, daß das Atomgewicht, dividirt durch das ſpezifiſche Gewicht, das wahre Volumen des Atoms giebt, allein nachdem wir zugleich gezeigt haben, daß die auf dieſem Wege erhaltenen Reſultate die Exiſtenz eines wichtigen phyſikaliſchen Geſetzes andeuten, ſo muß auch die Bedeutung desſelben näher erwogen werden. Gewiß iſt es, daß die kleinen Körpertheilchen ſich nicht berühren, deshalb iſt die Dichtigkeit eines ſtarren Körpers nicht abſolut und drückt keineswegs die wahre Dichtigkeit der Theilchen, woraus er beſteht, aus, ſondern nur die mittlere Dichtigkeit der ſtarren Theilchen, ſo wie den leeren Raum, welcher zwiſchen denſelben bleibt. Folglich repräſentirt das aus dem ſpezifiſchen Gewichte abgeleitete Atom-Volumen nicht das wahre Volumen des Atoms, ſondern es giebt dieſes Volumen nebſt dem leeren Raume, welcher das Atom ſelbſt umgiebt; man muß hiebei alſo das wahre Volumen und die Entfernung des Atoms zugleich in Betracht ziehen.

Hätten die Atome der ſtarren Körper alle ein gleich großes Volumen, und wären ſie ſämmtlich gleich weit von einander entfernt, wie dies bei gasförmigen Körpern angenommen wird, ſo iſt es klar, daß wir in allen Fällen eine gleiche Anzahl gefunden haben würden, oder wenigſtens ſolche Zahlen, daß wenn das Atomgewicht des Körpers durch einfache Zahlen dividirt oder multiplicirt worden wäre, es gleiche Volumina gegeben hätte, was aber nicht der Fall iſt. Wir ſchließen daraus, daß nicht zugleich die Atome der ſtarren Körper gleich groß und gleich weit von einander entfernt ſind; iſt dies auch nicht allgemein gültig, ſo ſcheint dies Geſetz doch immerhin bei mehreren Gruppen ſtatt zu finden, wie z. B. bei Gold und Silber, Wolfram und Molybdän u. ſ. w.

Sind die ſcheinbaren Volumen nicht die nämlichen, ſo läßt ſich nicht mit Gewißheit entſcheiden, ob, indem das wirkliche Volumen dasſelbe bleibt, nur ihre Entfernung ſich veränderte, oder ob, wenn dieſe conſtant bleibt, das Volumen allein einer Veränderung unterworfen war, oder ob vielleicht endlich ſowohl das Volumen, ſowie die Entfernung ſich veränderte. Wir wollen nicht tiefer in blos hypothetiſche Un-

terſuchungen eingehen, und begnügen uns, gezeigt zu haben, daß es ſehr ſchwierig ſeyn würde, mittelſt dieſer Betrachtungsweiſe zur abſoluten Wahrheit zu gelangen.

(Zuſatz des Verfaſſers.)

„Pouillet hat in einer Reihe noch nicht bekannt gemachter Unterſuchungen dieſe Ideen weiter verfolgt. Er beſchäftigte ſich damit, die Körper hinſichtlich der Entfernung ihrer Atome mit einander zu vergleichen und nahm dabei die Entfernung der Queckſilberatome als Einheit an. Im Allgemeinen gelangte er zu Reſultaten, welche gänzlich mit den auf anderm Wege gewonnenen übereinſtimmten, für deren Wahrheit die chemiſchen Eigenſchaften zu bürgen ſcheinen. Man begreift leicht, daß in den ſtarren Körpern die Entfernung der Atome nur zwiſchen gewiſſen Grenzen veränderlich ſeyn kann, ſo daß man entweder mit dem einen oder andern Atomgewichte, welches man auf einen gegebenen Körper anwendet, eine offenbar zu große oder zu kleine Entfernung finden kann. Man iſt ſo im Stande die Atomgewichte mit einiger Wahrſcheinlichkeit genau zu beſtimmen und gelangt um ſo leichter dazu, weil ein ſehr merkwürdiges Geſetz ſich durch die Vergleichung der erhaltenen Reſultate ergiebt.

Es ſind nämlich die Atome in den Metallen einander um ſo mehr genähert, als dieſe die Eigenſchaft beſitzen, den Magnetismus in einem höhern Grade zu erlangen oder beizubehalten.

Das Kobalt hat gemäß dieſen Unterſuchungen die einander am meiſten genäherten Atome und behält auch ſeine magnetiſchen Eigenſchaften noch in der Rothglühhitze bei.

Hierauf folgt das Eiſen. Sein Magnetismus verſchwindet in der Rothglühhitze ganz.

Das Nikkel nimmt die dritte Stelle ein. Es verliert ſeine magnetiſchen Eigenſchaften ſchon in einer niedrigern Temperatur als das Eiſen.

Es folgt hierauf das Mangan. Pouillet glaubte ſchließen zu dürfen, daß die Atome in dieſem Metall noch genähert genug wären, um magnetiſch werden zu können und zwar bei einer niedrigern Temperatur. Die Erfahrung lehrte auch wirklich, daß bei 20° unter Null dieſes Metall magnetiſch wurde.“

50. Mehrere engliſche Chemiker, namentlich Thomſon haben ein einfaches Verhältniß zwiſchen dem Atomgewicht des Waſſerſtoffs und dem der andern Grundſtoffe angenommen. Da das Atomgewicht des Waſſerſtoffs das kleinſte von Allen iſt, ſo würden die andern Vielfache deſſelben ſeyn, die durch ſehr verſchiedene und mittelſt der Erfahrung beſtimmte Zahlen gefunden werden können. Man begreift leicht, daß kein genügender Grund zu einer ſolchen Annahme vorhanden ſeyn kann, nur dann wäre dieſelbe nicht zu verwerfen, wenn in allen Fällen die Erfahrung für die Wahrheit derſelben

ſpräche. Man hat allerdings gefunden, daß die Atomgewichte einiger Körper auf eine frappante Weiſe mit dieſer Anſicht übereinſtimmen. Hierher gehören folgende:

	erhaltene Reſultate.		corrigirte Reſultate.	
Waſſerſtoff	6,23	. . . . .	6,25	1
Sauerſtoff	100,0	. . . . .	100,0	16
Schwefel	201,16	. . . . .	200,0	32
Kohlenſtoff	75,33	. . . . .	75,0	12
Chlor	221,0	. . . . .	225,0	36
Stickſtoff	88,63	. . . . .	87,5	14
Kupfer	395,7	. . . . .	400,0	64
Zink	403,0	. . . . .	400,0	64
Queckſilber	1264,0	. . . . .	1250,0	200
Gold	1243	. . . . .	1250,0	200

Die Berichtigungen, die in dieſen Fällen zu machen wären, ſind ſo unbedeutend, daß ſie durch den Verſuch nicht als nothwendig nachgewieſen werden können. Es iſt in der That ſchwer zu beweiſen, das das rothe Queckſilberoxyd aus 1250 Queckſilber und 100 Sauerſtoff ſtatt aus 1264 Queckſilber und 100 Sauerſtoff zuſammengeſetzt iſt, wie letzterer von Säfſtröm feſtgeſtellt worden iſt. Derſelbe Fall findet ungefähr bei den übrigen Körpern ſtatt. Man begreift übrigens leicht, daß indem das Vielfache veränderlich und das Atomgewicht des Waſſerſtoffs ſehr klein iſt, alle durch die Erfahrung gewonnenen Reſultate zwar als Annäherungen betrachtet werden können, allein dies beweiſt keinesweges noch für dies aufgeſtellte Geſetz.

Diejenigen, welche dieſe Art von Correctionen vorgeſchlagen haben, glaubten dadurch, daß die Zahlen einfacher würden, auch die Berechnung leichter zu machen. In einem Werke, das für die Praxis beſtimmt iſt, wo die Berechnungen nicht abſolute Genauigkeit zu geben brauchen, kann dieſe Methode allerdings Bequemlichkeit darbieten. Ich werde mir deshalb bisweilen erlauben, die Atomgewichte einfacher anzunehmen, wenn man dadurch dem mittelſt der Erfahrung gefundenen Reſultate nicht Gewalt anzuthun braucht, und man überhaupt annehmen kann, daß die Berichtigung von der Art iſt, daß ſie noch innerhalb der Grenze der möglichen Beobachtungsfehler liegt. In allen minder wichtigen Fällen werde ich mich darauf beſchränken, die Dezimalſtellen zu ſtreichen, indem die ganzen Zahlen, wie bei gewöhnlichen Rechnungen hiernach modificirt werden. Iſt das Atomgewicht irgend eines Körpers größer als das des Sauerſtoffs, was am häufigſten vorkömmt, ſo können die dadurch erwachſenden Unterſchiede vernachläßigt werden. Im entgegengeſetzten Falle werde ich das mittelſt der Erfahrung gewonnene Reſultat zum Grunde legen.

51. Die folgende Tafel ſtellt das Atomgewicht der einfachen Körper dar, ſo wie es in der Folge in dieſem Werke

angenommen werden wird. Was die Metalle betrifft, ſo haben wir mit Ausnahme des Kobalts erſtlich die Zahlen von Dulong und Petit benüzt; die übrigen Metalle wurden aus den wahrſcheinlichſten Analogien hergeleitet, wie man dies bei jedem einzelnen Metall beſonders erwähnt finden wird.

Tabelle der Atomgewichte einfacher Körper.

Sauerſtoff	100	Palladium	703,7
Waſſerſtoff	6,24	Silber	1350,60
Chlor	221,32	Queckſilber	632,9
Brom	466,40	Kupfer	395,69
Jod	783,35	Uran	2711,36
Fluor	116,90	Wismuth	1330,40
Schwefel	201,16	Zinn	735,29
Selen	494,60	Blei	1294,50
Stickſtoff	88,52	Kadmium	696,77
Phosphor	196,15	Zink	403,22
Arſenik	470,12	Nikkel	369,75
Bor	67,99	Kobalt	369,00
Kieſel	92,60	Eiſen	339,21
Kohlenſtoff	37,66	Mangan	355,78
Chrom	351,86	Cerium	574,72
Molybdän	596,86	Zirkonium	420,21
Wolfram	1183,20	Yttrium	402,57
Antimon	806,45	Beryllium	331,28
Tellur	403,22	Aluminium	171,66
Tantal	1152,87	Magneſium	158,36
Titan	389,10	Calcium	256,03
Gold	1243,00	Srontium	547,30
Osmium	— —	Baryum	856,93
Iridium	— —	Lithium	127,80
Platin	1215,23	Kalium	487,915
Rhodium	750,65	Natrium	290,92.

§. 6.

Von der Verbindung der Körper.

52. Man nimmt allgemein die Exiſtenz zweier anziehender Kräfte an, welche bei der Einwirkung, welche die kleinſten Theilchen der Körper aufeinander äußern, thätig ſind; die erſte iſt zwiſchen gleichartigen Theilchen wirkſam und wird Kohäſion genannt, die zweite zeigt ſich nur thätig zwiſchen ungleichartigen Theilchen und iſt die Verwandtſchaft.

Wir haben hier nicht nöthig die Natur derjenigen Kraft, welche Kohäſion genannt wird, näher zu unterſuchen, ſondern begnügen uns zu bemerken, daß man ihre Größe nach der Kraftäußerung beſtimmt, welche die Trennung jeder Sub-

ſtanz erfordert. Aus dem Geſagten folgt, daß die Kohäſion Null oder beinahe Null in den Gaſen iſt, daß ſie ferner ſehr ſchwach in den tropfbarflüſſigen Körpern, ſehr bedeutend aber in den ſtarren Körpern iſt. Die leztere Klaſſe von Körpern beſizt die Kohäſion in ſehr verſchiedenem Grade.

Was die Verwandtſchaft betrifft, ſo halten wir es für unnöthig, ſie als eine beſondere Kraft anzuſehen, und glauben daß folgende Betrachtungen dieſe Anſicht rechtfertigen werden.

53. Die chemiſchen Verbindungen finden ſtets zwiſchen den kleinſten Theilchen der Körper ſtatt. Dieſe Theilchen ſind ſo klein, daß wir ſie nicht ſehen können; wir müſſen hieraus ſchließen, daß zwei ſtarre Körper ſich nie miteinander verbinden können. Wie fein man ſie auch in Pulver verwandeln mag, ſo werden ſie dadurch doch nie in den erforderlichen fein zertheilten Zuſtand verſezt, und die Kohäſionskraft widerſezt ſich ſtets der freien Bewegung ihrer Molekulen oder kleinſten Theilchen, ſo daß dieſe ſich nicht gehörig aneinander reihen können, was durchaus unerläßlich iſt, wenn die Verbindung ſtatt finden ſoll.

Die erſte Bedingung, welche beobachtet werden muß, wenn zwei Körper chemiſch auf einander wirken ſollen, beſteht alſo darin: wenigſtens den einen derſelben in den tropfbarflüſſigen oder gasförmigen Zuſtand zu verſetzen, damit ſeine Theilchen beweglich ſeyen, und in Beziehung auf die Theilchen des andern Körpers, in diejenige Lage ſich begeben können, die für die Verbindung geeignet iſt.

Sehr häufig reicht dieſe Bedingung hin und in dieſem Falle geht die Verbindung ſchneller vor ſich, wenn beide Körper zugleich in den flüſſigen oder gasförmigen Zuſtand verſezt werden. Die Miſchung iſt dann inniger, weil alle Theilchen frei ſind, und ſich nun leichter und ſchneller bewegen können.

54. Bisweilen findet keine Verbindung zwiſchen zwei Körpern durch deren bloße Berührung ſtatt, ſondern dieſelbe wird erſt durch die Mitwirkung der Elektrizität, der Wärme oder des Lichts erzeugt. Sehr häufig wirkt die Elektrizität, indem ſie die Temperatur ſteigert. Die Wirkung des Lichts iſt ſehr beſchränkt und noch wenig gekannt, es mag daher einſtweilen genügen, die der Wärme zu ſtudiren.

Bei der einfachen Verbindung zweier Körper iſt der Einfluß der Wärme leicht erklärlich, denn es werden durch dieſelbe die Theilchen dergeſtalt von einander entfernt, daß der Einfluß der Kohäſion vermindert wird; allein wenn auch beim erſten Anblick dieſe Erklärung zu genügen ſcheint, ſo zeigt ſie ſich doch bei genauerer Unterſuchung unzureichend. In vielen Fällen, wenn zwei Körper auf einander wirken, ſobald ſie in den flüßigen Zuſtand übergeführt ſind, findet dieſe Erklärung ſtrenge Anwendung, allein ſie giebt durchaus

keine Rechenſchaft von den Einwirkungen, welche viele Körper auf einander äußern, die, ohne eine Veränderung in ihrem Aggregatzuſtand zu erleiden, ſich noch in der Rothglühhitze mit einander verbinden können: Der Sauerſtoff und Waſſerſtoff bieten ein bekanntes und auffallendes Beiſpiel hiervon dar; miſcht man dieſe beiden Körper, ſo wirken ſie nicht auf einander, ſey es indem man ſie ſich ſelbſt überläßt, oder langſam und ſelbſt ſehr ſtark zuſammenpreßt, während die einfache Rothglühhitze ſehr ſchnell die Verbindung derſelben bewirkt.

Somit äußert die Wärme eine zweifache Wirkung auf diejenigen Körper, welche ſich mit einander verbinden. Die erſte beſteht in der Verringerung der wechſelſeitigen Anziehung gleichartiger Theilchen, indem ſich dieſelben weiter von einander entfernen; die zweite und weit wichtigere Wirkung beſteht darinn, die Verwandtſchaft oder das Streben nach Vereinigung zwiſchen ungleichartigen Theilchen zu erhöhen.

Wir können uns demnach die chemiſchen Erſcheinungen nicht allein durch die mechaniſche Wirkung, welche die Wärme äußert, erklären. Vielleicht wird uns dies leichter werden, wenn wir zugleich die Wirkungen der Elektrizität in Betracht ziehen.

55. Seit geraumer Zeit vermuthete man ſchon, daß zwiſchen den elektriſchen Kräften und den gewöhnlichen chemiſchen Kräften eine Aehnlichkeit ſtatt finde; es beſtätigte ſich dieſe Vermuthung immer mehr und mehr, und wurde beſonders erſt durch die von Davy, Berzelius und namentlich von Ampère aufgeſtellten Anſichten beinahe zur evidenten Gewißheit erhoben.

Die erſte Erſcheinung, welche die Aufmerkſamkeit auf dieſen Gegenſtand lenkte, bietet in der That eine merkwürdige Aehnlichkeit dar. Sobald nämlich die beiden ungleichnamlichen Elektrizitäten ſich mit einander verbinden, wird Wärme und ſelbſt Licht erzeugt. Verbinden ſich ferner zwei Körper mit einander, ſo entbindet ſich ebenfalls Wärme und wenn die Vereinigung lebhaft ſtatt findet, ſo entwickelt ſich dabei zugleich ſo viel Wärme, daß Licht dabei ſichtbar wird.

Später beobachtete man noch, daß durch den fortgeſetzten Einfluß beider entgegengeſetzter Elektrizitäten alle zuſammengeſetzten Körper zerſtört und in ihre Elemente zerlegt wurden. Es zeigt ſich dieſe Erſcheinung namentlich, wenn man irgend eine Verbindung, vorausgeſetzt daß ſie die elektriſche Materie in ſich fortleitet, in Berührung mit den beiden Polen einer voltaiſchen Säule bringt. Die Verbindung wird dadurch ſchnell zerſetzt, indem dann der eine Beſtandtheil ſich an den negativen Pol und der andere an den poſitiven Pol anſammelt. Es ſcheint ſehr wahrſcheinlich zu ſeyn, daß in dieſem Falle die beiden Quellen des elektriſchen Fluidums den Theilchen diejenige Elektrizität

wiedergegeben haben, welche ſie im Momente ihrer Verbindung verlohren hatten.

Gleichzeitig mit der Verbindung der Körper findet ſtets Entwicklung von Elektrizität ſtatt; die voltaiſche Säule bietet uns ein Beiſpiel hiervon dar. Man darf es als ziemlich ausgemacht annehmen, daß die hierbei frei werdende Elektrizität überhaupt von der chemiſchen Thätigkeit herrührt, welche zwiſchen den Säuren und Metallen ſtatt findet die zur Conſtruction der Säule benützt werden.

Es beweiſt dies zur Genüge, daß die Thätigkeit chemiſcher Kräfte bei Zerſetzungen oder Verbindungen ganz mit der Entwicklung elektriſcher Kräfte zuſammenfällt. Wir wollen verſuchen, ob mit Hülfe dieſer Leztern, ohne zu den Erſtern unſere Zuflucht zu nehmen, ſich die Erſcheinungen völlig erklären laſſen.

56. Es iſt zu dem Ende nöthig vorerſt zu erklären, warum während des Verbindungsaktes Licht und ſelbſt Elektrizität erzeugt wird und warum die Theilchen vereinigt bleiben, ſo lange nicht neue Kräfte thätig auftreten. Huldigen wir den Anſichten Ampères, ſo dürfte dies nicht ſchwer ſeyn.

Wir nehmen erſtlich an, daß die Körpertheilchen mit einer ihnen eigenthümlichen Elektrizität begabt ſind, die ſich nie von ihnen trennt. Es iſt klar, daß dieſe Theilchen nie in einer Atmosphäre des neutralen elektriſchen Fluidums exiſtiren können, ohne dieſelbe theilweiſe zu zerſetzen und dadurch von einer Atmosphäre eingehüllt zu werden, welche ihrer elektriſchen Natur nach derjenigen entgegen geſezt iſt, welche ſie eigenthümlich beſitzen, ſo wie dies in der Leydener Flaſche wahrgenommen wird.

Es dürfte deshalb wohl angenommen werden, daß jedes poſitiv. Theilchen von einer negativen Atmosphäre, und dagegen jedes negative Theilchen von einer poſitiven Atmosphäre umgeben iſt. Stellen wir dies feſt, ſo iſt alles Uebrige leicht zu begreifen.

Wenn zwei Theilchen ſich einander nähern, ſo werden ihre Atmosphären, indem ſie ſich verbinden, wiederum neutrales elektriſches Fluidum erzeugen. Sind beide Theilchen ſtark elektriſch, ſo werden die Atmosphären ſelbſt entweder ſehr verdünnt oder ſehr dicht ſeyn und durch die Verbindung derſelben wird dann nicht nur Wärme, ſondern auch Licht erzeugt. Nachdem beide oder wenigſtens eine dieſer Atmosphären zerſtört worden, werden die Theilchen mit einander verbunden bleiben, weil ſie die ihnen eigenthümlichen Elektrizitäten bewahrt haben. Mithin würden alſo bei jeder Verbindung zweierlei anziehende Bewegungen zu unterſcheiden ſeyn, nämlich: diejenige, welche die Atmosphären aufeinander ausüben und die, welche als Folge des Aufeinanderwirkens der Theilchen

ſelbſt zu betrachten iſt; die erſte iſt eine vorübergehende, die zweite aber eine bleibende Erſcheinung.

57. Wenn man ſich leicht von der Beſtändigkeit der Verbindungen, ſowie von der Wärme und dem Lichte womit jene bei ihrem Entſtehen ſtets begleitet ſind, Rechenſchaft geben kann, ſo läßt ſich dagegen die Entbindung der Elektrizität, welche ſtets während der chemiſchen Thätigkeit ſtatt findet, nicht in dem Maaße leicht erklären. Nimmt man an, daß beide Atmosphären im angemeſſenen Verhältniß vorhanden ſind, um das neutrale Fluidum zu bilden, oder daß von einer derſelben ein Ueberſchuß exiſtire, ſo wird ſtets die Zerſtörung entweder beider Atmosphären oder einer derſelben vollkommen ſeyn und rings um die Theilchen ſtatt finden, ohne daß das Fluidum ſich merkbar zerſtreute. Um die hierbei ſtets beobachtete bedeutende Entwicklung von Elektrizität zu begreifen, müſſen wir auf die beim Experimente ſelbſt obwaltenden Umſtände verweiſen, dieſes beſteht gewöhnlich darin, daß man die Verbindung zweier Körper in einem Gefäße zu bewirken ſucht, in welches man die beiden äußerſten Enden eines Galvanometers führt. Die Metalldräthe des Galvanometers erlauben der Elektrizität einen ungehinderten Durchgang, und darin beſteht die ganze Erklärung der Erſcheinung. Stellen wir uns zwei mit entgegengeſezter Elektricität begabte Theilchen vor, welche an den beiden Enden eines Metallbogens ſich befinden. Sobald ſie von einander entfernt werden, behaupten die Atmosphären deshalb ihre Stelle, nähert man ſie aber einander hinreichend, um die Verbindung zu bewirken, ſo vereinigen ſich die Atmosphären plötzlich, die nun entblößten Theilchen entziehen dem Drathe zum Theil ſeine Elektrizität und dadurch wird in demſelben eine elektriſche Strömung hervorgebracht, welche ſo lange dauert, bis die Theilchen ſelbſt ſich vereinigt haben. Es iſt einleuchtend, daß das poſitive Theilchen negatives Fluidum dem Drathe entzieht, und umgekehrt, daß das negative Theilchen ihm poſitives Fluidum entnimmt.

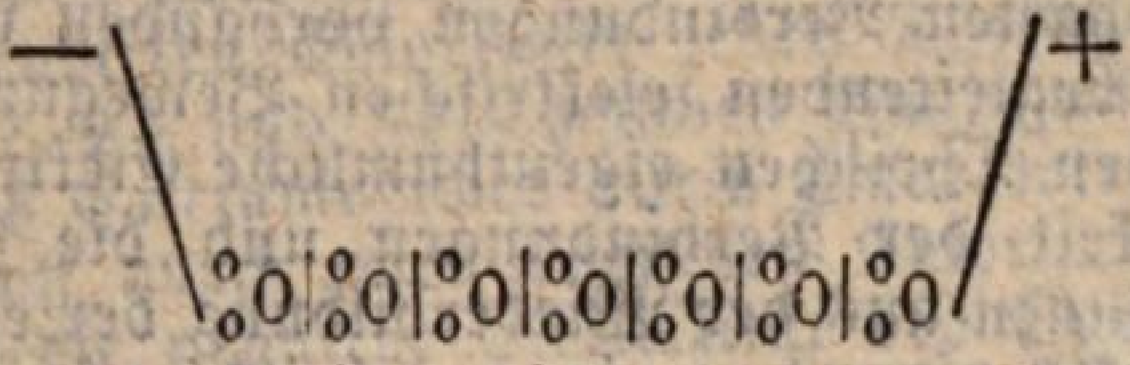
Becquerel beobachtete dieſe Erſcheinung bei ſehr lebhaften chemiſchen Aktionen, wie ſolche z. B. zwiſchen Salpeterſäure und Kupfer oder Zink ſtatt haben, aber er bemerkte auch, daß bei ſehr ſchwachen Aktionen wie diejenigen ſind, welche zwiſchen minder guten Leitern der Elektrizität ſtatt finden, die ſcheinbare Bewegung des Fluidums im Drathe ſich in entgegengeſezter Richtung zeigt; dieſe Abweichung von der Regel läßt ſich noch erklären. Hier werden nämlich die Atmosphären, weil ſie durch den Drath leichter paſſiren als durch die von ihnen eingehüllten Stoffe, welche die Elektrizität ſchlecht leiten, ſich beim Durchgang durch den Drath zum Theile vereinigen, im Augenblicke der Verbindung der Theilchen. Hieraus folgt daß das negative Theilchen dem Drathe poſitives Fluidum mittheilen wird, ſtatt ſich davon zuzueignen, und daß das po-

ſitive Theilchen demſelben Drath negatives Fluidum abgeben wird, ſtatt ihm ſolches zu entziehen.

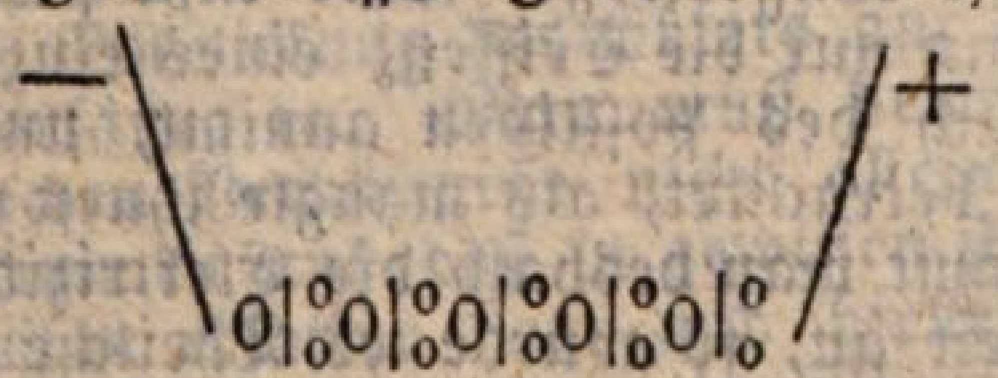
58. Wenn es keiner Schwierigkeit unterworfen iſt, die Erſcheinungen, welche die Verbindung der Körper begleiten, zu erklären, ſo iſt dies eben ſo wenig der Fall, wenn wir uns eine deutliche Vorſtellung von den bei der Zerſetzung ſtatt habenden Erſcheinungen machen wollen. Wir begnügen uns hier, die Wirkungen der galvaniſchen Säule zu erklären, und werden auf die Erklärung der rein chemiſchen Erſcheinungen erſt in den folgenden Abſchnitten zurückkommen.

Denkt man ſich die beiden Pole einer galvaniſchen Säule in Waſſer getaucht, ſo iſt es keinem Zweifel unterworfen, daß die zunächſt den Polen befindlichen Theilchen der Flüſſigkeit ſich dergeſtalt ordnen werden, daß die poſitiven am negativen Pol und die negativen am poſitiven Pol erſcheinen.

Die folgenden Theilchen reihen ſich den erſten ganz ſymetriſch an und ſtets ſo, daß die poſitiven Theilchen ſich gegen die negativen kehren und ſo fort. Man kann ſich demnach eine Reihe von Theilchen, die von einem Pol zum andern geht, auf folgende Weiſe vorſtellen:

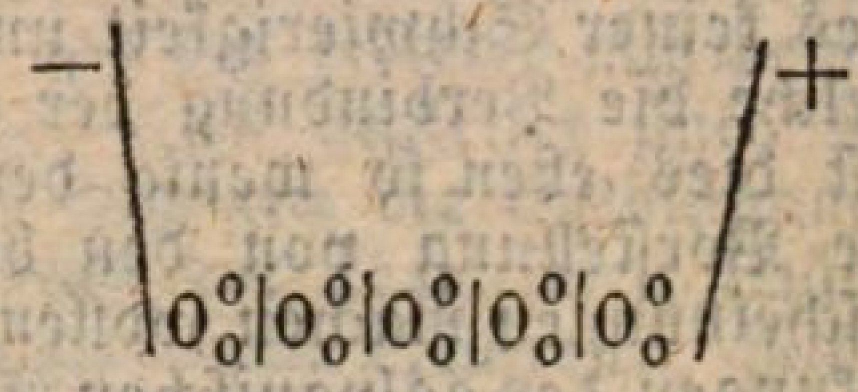


indem man ſich unter $^{o}_{o}$ die zwei Waſſerſtofftheilchen und unter o das Sauerſtofftheilchen denkt, welche in Verbindung mit einander das Waſſer bilden. Es iſt klar, daß in demſelben Augenblicke, wo das den poſitiven Pol berührende Sauerſtofftheilchen die nöthige Elektrizität ſich aneignet, um eine Atmoſphäre zu bilden, eine gegenſeitige Abſtoßung zwiſchen dieſem und den Waſſerſtofftheilchen ſtatt finden wird, mit welchen es urſprünglich verbunden war. Nachdem daſſelbe frei geworden, wird es ſich entbinden und derſelbe Fall findet mit den Waſſerſtofftheilchen an dem andern Pole ſtatt. Es wird demnach eine folgendermaſſen gebildete Reihe bleiben:



Dieſer Zuſtand wird jedoch nur einen Augenblick dauern, indem alle Waſſerſtofftheilchen von dem poſitiven Pol abgeſtoßen werden, welcher dagegen die des Sauerſtoffs anzieht, ſowie jenes der Fall mit den Sauerſtofftheilchen am negativen Pole iſt, welcher ſeiner Seits die Waſſerſtofftheilchen anzieht. Beide Umſtände ſind hinreichend, um das Gleichgewicht aufzuheben, alle Waſſertheilchen werden zerſtört, wäh-

rend zugleich eine augenblickliche Wiederbildung derſelben ſtatt findet, wie dies aus folgender neuer Anordnung zu erſehen iſt:



Es kann dieſer Zuſtand jedoch nur ſehr kurze Zeit andauern, wegen des beſtändigen Einflußes der Pole; die Theilchen erleiden eine halbe Umdrehung und kommen in die zuerſt angenommene Lage, indem ſich der Sauerſtoff gegen den poſitiven Pol und der Waſſerſtoff gegen den negativen Pol kehrt. Die Erſcheinung wird aufs neue beginnen und ſich ſo oft wiederhohlen, als noch Theilchen von zerſeztem Waſſer vorhanden ſind.

Die von Ampère vorgeſchlagene Theorie dürfte demnach in jeder Beziehung zur Erklärung der bekannten Erſcheinungen hinreichen. Die Elektrizität der Atmosphären giebt zugleich von der Erzeugung der Wärme und des Lichts, welche bei lebhaften Verbindungen vorhanden iſt, ſowie von den ſie ſtets begleitenden elektriſchen Bewegungen, Rechenſchaft. Die den Theilchen eigenthümliche Elektrizität bedingt die Beſtändigkeit der Verbindungen und die Zerſetzungserſcheinungen können aus der Wiederbildung der elektriſchen Atmosphären erklärt werden, in welche die freyen Theilchen ſtets eingehüllt werden.

Ein einziger Einwurf, der noch zu beſeitigen iſt, wurde häufig vorgebracht und verdient folglich näher unterſucht zu werden. Es wurde bereits im Vorhergehenden angenommen, daß die Theilchen entweder beſtändig mit poſitiver oder negativer Elektrizität verſehen waren. Nun aber läßt ſich nicht erklären, warum ein Theilchen bald poſitiv, bald negativ in verſchiedenen Verbindungen iſt; z. B. Chlor, Brom, Jod ſpielen eine poſitive Rolle gegen Sauerſtoff, eine negative Rolle aber gegen Waſſerſtoff. Dies läßt ſich leicht dann erklären, wenn man nur die Exiſtenz eines einzigen elektriſchen Fluidums nämlich des poſitiven annimt, und die elektronegativen Körper betrachtet, als mangle ihnen ein Theil dieſes Fluidums. Nimmt man deshalb die Elektrizität der Erdoberfläche als Einheit an, ſo würde es Theilchen geben, welche ein größeres oder geringes Maaß von Elektrizität beſäßen, als dieſe Einheit iſt. In dieſem Falle wäre es ſehr einfach, das zur Hälfte elektriſirte Theilchen poſitiv zu betrachten in Beziehung auf ein anderes, was nur den vierten Theil Elektrizität beſizt, dagegen aber negativ in Beziehung auf dasjenige, was zwei oder drei mal ſtärker als die Oberfläche der Erde elektriſirt iſt.

60. Weſentlicher iſt jedoch folgender ſchwierig zu erklärende Umſtand. Das Chlor iſt poſitiv gegen Sauerſtoff, beide ſind jedoch negativ gegen Calcium und mithin muß in Beziehung auf dieſen Körper der Sauerſtoff negativer als das Chlor ſeyn. Demungeachtet aber treibt das Chlor den Sauerſtoff aus dem Calciumoxyd und tritt an deſſen Stelle. Die Chemie bietet eine Menge ähnlicher Erſcheinungen dar, welche bis jetzt unerklärt geblieben ſind nach dieſer elektrochemiſchen Betrachtungsweiſe. Die Anhänger der Verwandſchaft erklären dieſe Erſcheinung, indem ſie ſagen, das Chlor habe mehr Verwandtſchaft zum Calcium als der Sauerſtoff; allein dies heißt blos die Thatſache ſelbſt vorbringen, ohne auf deren Urſache zurückzugehen. Ohne gerade hierin vorgreifen zu wollen, glauben wir, daß dieſe Urſache in der Zahl der Theilchen ſelbſt begründet ſeyn möge, oder mit andern Worten in den abſoluten Mengen von Elektrizität, welche ſie enthalten. In dem angeführten Beiſpiele iſt alſo

1 Theilchen Chlor poſitiv gegen 2, 2½, 3½ Theilchen Sauerſtoff
2 Theilchen Chlor dagegen ſind negativ gegen 1 Theilchen Sauerſtoff.

Wir finden auch wirklich in dem Chloroxyd, der Chlorſäure und oxydirten Chlorſäure jedes Theilchen Chlor verbunden mit 2, 2½ und 3½ Theilchen Sauerſtoff und bei der Zerſetzung des Calciumoxydes durch Chlor wird jedes Theilchen Sauerſtoff durch zwei Theilchen Chlor erſetzt. Denkt man ſich nun die negative Elektrizität des Sauerſtoffs durch 2 und die des Chlors durch 3 ausgedrückt, ſo verhält ſich in den genannten Verbindungen die Menge der Elektrizität des Chlors zu der des Sauerſtoffs wie 3 zu 4, 5 und 7, mithin wird hier Chlor ſtets poſitiv ſeyn. Vergleicht man dagegen 2 Chlortheilchen mit einem Sauerſtofftheilchen, ſo findet das Verhältniß von 6 zu 2 ſtatt, weshalb das Chlor negativ werden wird. Damit aber eine ſolche Erklärung genügend ſey, iſt es erforderlich, daß die Wirkungen in dieſen Fällen ſtets ſich gleich bleiben, dies findet jedoch nicht immer ſtatt. Das Chlor treibt nicht ſtets den Sauerſtoff aus, ſelbſt wenn zwei Theilchen deſſelben ein einziges von dieſem erſetzen. Es zeigt ſich dies bei der Einwirkung des Chlors auf Aluminiumoxyd, Kieſelſäure, Borſäure ꝛc. Man muß demnach annehmen, daß die elektriſchen Verhältniſſe nicht allein die chemiſchen Reaktionen beſtimmen und daß in gewiſſen Fällen die Anzahl der Theilchen, ihre relative Lage und vielleicht andere Umſtände, noch die Erſcheinungen auf eine Weiſe abändern, welche weder voraus zu ſehen, noch zu erklären iſt, und zu deren Kenntniß wir nur allein durch die Erfahrung gelangen.

§. 7.

Von den zuſammengeſetzten Körpern.

61. Die Beſchränkungen, welche im vorigen Abſchnitte gemacht wurden, finden auch Anwendung auf diejenigen Anſichten, welche uns noch darzulegen übrig ſind; immerhin aber ſoll uns dies nicht verhindern, der elektriſchen Theorie die zahlreichen Erſcheinungen anzureihen, welche wir mit ihrer Hülfe vorausſehen oder erklären können.

Wenn man annimmt, daß die Beſtändigkeit der Verbindungen aus der Reaktion der den Körpertheilchen inwohnenden entgegengeſetzten Elektrizitäten zu erklären iſt, ſo iſt auch einleuchtend, daß dieſes Beharren veränderlich ſeyn wird, und gerade in dieſer Beziehung weißt die Erfahrung merkwürdige Verſchiedenheiten zwiſchen den verſchiedenen Klaſſen der Verbindungen auf. Wir wollen unterſuchen, ob mit Hülfe der Theorie Erſcheinungen, welche die Erfahrung beſtätigt hat, vorhergeſehen werden können.

Die in Abſicht auf ihren elektriſchen Zuſtand einander ſehr fern ſtehenden Theilchen werden auch diejenigen ſeyn, welche die beſtändigſten Verbindungen aufzuweiſen haben. Dieſer Grundſatz fand ſich gänzlich durch die Erfahrung beſtätigt.

In einer Reihe von Verbindungen ſind diejenigen die beſtändigſten, in welchen ſich 1 Atom mit 1 Atom verbunden vorfindet. Enthält aber eine Verbindung mehrere gleichartige Theilchen, ſo wirken dieſe abſtoßend gegen einander, was zerſtörenden Einfluß auf dieſelbe übt, oder wenigſtens ſeine Beſtändigkeit zu vermindern ſtrebt.

Mithin ſind die Verbindungen
von 1 Atom mit 1 Atom die beſtändigſten,
die von 2 — mit 1 — minder beſtändig,
von 3 — mit 1 — noch weniger beſtändig,
von 4, 5 oder 6 Atom mit 1 Atom in einem noch geringern Grade beſtändig.

Als Beiſpiel diene hier:

2 Atom	Stickſtoff	+ 1 Atom	Sauerſtoff	=	Stickſtoffoxydul.
1 —	—	+ 1 —	—	=	Stickſtoffoxyd.
1 —	—	+ 1½ —	—	=	unterſalpetrige Säure.
1 —	—	+ 2 —	—	=	ſalpetrige Säure.
1 —	—	+ 2½ —	—	=	Salpeterſäure.

Berückſichtigt man hier die ſalpetrige Säure nicht, deren Zuſammenſetzung noch nicht feſt beſtimmt iſt, ſo kann nicht geleugnet werden, daß das Stickſtoffoxyd unter dieſen Verbindungen am beſten der Einwirkung anderer Körper widerſteht und folglich die beſtändigſte iſt. Dagegen giebt es ſehr viele Körper, welche der Salpeterſäure einen Theil ihres Sauerſtoffs entziehen können, wodurch ſie Stickſtoffoxyd wird, auf

welches jene nicht weiter einwirken. Die unterſalpetrige Säure iſt ſo wenig beſtändig, daß man ſie nicht iſolirt darſtellen kann. Zwiſchen Stickſtoffoxydul und Stickſtoffoxyd zeigt ſich ein Unterſchied, der unerklärlich wäre, wenn man nicht zu den aufgeſtellten Grundſätzen ſeine Zuflucht nehmen könnte, woraus ſich dann unmittelbar dieſe Verſchiedenheit im Gegentheil folgern läßt.

Das Stickſtoffoxydul enthält ein Maaß Stickſtoff und ein halbes Maaß Sauerſtoff, welche ſich zu einem Maaß verdichtet haben; das Stickſtoffoxyd enthält ein halbes Maaß Sauerſtoff und ein halbes Maaß Stickſtoff, welche gleichfalls ein Maaß des Gemiſches bilden; hieraus folgt nun, daß beide Verbindungen denjenigen Körpern, womit ſie in Berührung kommen, den Sauerſtoff von gleicher Dichtigkeit darbieten. Das Stickſtoffoxyd löſcht jedoch eine Kerzenflamme aus, während das Stickſtoffoxydul das Brennen derſelben beinahe in dem Maaße wie der reine Sauerſtoff unterhält. Dieſe Verſchiedenheit erklärt ſich leicht, wenn man annimmt, daß das Hinzufügen des Stickſtofftheilchens, welches nöthig iſt um das Oxyd in Oxydul zu verwandeln, die Beſtändigkeit der Verbindung vermindert durch die Abſtoſung, welche die beiden Stickſtofftheichen gegeneinander üben. — Ebenſo wird dagegen in der Salpeterſäure dieſe Beſtändigkeit durch die zwiſchen den Sauerſtofftheilchen ſtattfindende Abſtoſung verringert.

Man nimmt jetzt an, daß Kupferoxyd und Queckſilberoxyd ein Atom Metall gegen ein Atom Sauerſtoff enthalte, während in den Oxydulen dieſer Metalle zwei Atome Metall gegen ein Atom Sauerſtoff anweſend ſeyen. Demzufolge iſt es offenbar, daß dieſe Oxydule minder beſtändig als die Oxyde ſeyn müſſen. Dies iſt auch wirklich der Fall, denn das Queckſilberoxydul hat nie für ſich dargeſtellt werden können, und das Kupferoxydul verwandelt ſich unter der Einwirkung von Säuren beinahe ſtets in Metall und Oxyd.

Ein gleiches Verhalten findet bei Superoxyden ſtatt, welche mehrere Sauerſtoffatome gegen ein einziges Atom Metall enthalten. Die Abſtoſung der Sauerſtofftheilchen beſtimmt dieſelben ſehr leicht in den Zuſtand der Oxydule überzugehen, in welchen ſich ein Atom mit 1 Atom vereinigt vorfinden, während die übrigen Sauerſtofftheilchen frei werden. Man beobachtet dies namentlich bei den alkaliſchen Superoxyden, welche durch Einwirkung allein in Oxydule verwandelt werden, indem ſich ihr Sauerſtoff entbindet.

62. Die Verbindungen von einem Atom mit einem Atom ſind jedoch nicht immer die beſtändigſten; wenn dies der Fall durchaus wäre, ſo würde das Problem der atomiſtiſchen Theorie gelöſt ſeyn. Aber ſowohl Theorie wie Erfahrung deuten uns ziemlich genau an, daß man die in den Theilchen enthaltenen relativen Mengen von Elektrizität in Be-

tracht ziehen muß. Man findet, daß die ſtärkſten Verbindungen diejenigen ſind, in welchen die gegenſeitigen Elektrizitäten ſich am meiſten das Gleichgewicht halten, und die aus zwei einzelnen Atomen beſtehen; hieraus folgt, daß wenn zwei gleichartige Atome erfordert werden, um die Elektrizität eines dritten ungleichartigen Atoms zu neutraliſiren, ſo wird die daraus hervorgehende Verbindung beſtändiger ſeyn als jene, welche nur ein Atom von jedem Körper enthält. Aus dem Geſagten läßt ſich nur allein folgern, daß nach Umſtänden diejenigen Verbindungen die beſtändigſten ſind, welche aus 1 zu 1, 2 zu 1 oder 2 zu 3 Atomen beſtehen, ohne daß man mit Sicherheit vorher beſtimmen kann, welcher von dieſen Klaſſen die gebildete Verbindung angehört.

Es iſt übrigens einleuchtend, daß wenn, anſtatt zweifache Verbindungen zu betrachten, man dreifache Verbindungen auf ſolche Weiſe näher unterſucht, die Erſcheinungen dieſelben ſeyn werden. Verbindet man Chlor mit einem Oxyd, Jod mit einer Schwefelverbindung u. ſ. w. ſo findet ungefähr dasſelbe Verhältniß ſtatt, als fügte man Sauerſtoff zu einem Oxyde, oder Schwefel zu einer Schwefelverbindung, weil Chlor, Sauerſtoff, Jod und Schwefel gegen ein Metall ſämmtlich negativ ſind und mithin abſtoſend gegen einander wirken.

63. Dieſer Fall muß übrigens ſorgfältig von dem unterſchieden werden, der ſtatt findet, wenn zwei binäre Verbindungen ſich vereinigen. Die Beſtändigkeit wird dann beinahe ſtets erhöht, wie folgende Betrachtung zeigt. Man kann keineswegs annehmen, daß in einer Verbindung dieſer Art die Theilchen eine willkührliche Lage annehmen, ſie müſſen ſich im Gegentheil ſo an einander lagern, daß die entgegengeſetzt elektriſchen Atome ſich einander gegenüber befinden.

+OO−
−OO+

Obige Figur giebt einen Begriff von dieſer Art Verbindungen. Die mit entgegengeſetzter Elektrizität begabten Atome liegen einander zunächſt, die andern dagegen am entfernteſten, wodurch die anziehenden Kräfte wirklich vermehrt werden, obſchon auch abſtoſende Kräfte zugleich wirkſam ſind.

Die Salze ſind Verbindungen dieſer Art und die Erfahrung beweißt, daß in ihnen die Beſtändigkeit der Säuren ſowohl als der Baſis erhöht iſt. So wird z. B. die freie Schwefelſäure durch Rothglühhitze zerſetzt, während dieſelbe Säure verbunden mit Kali, Natrum, Kalk ꝛc. der höchſten Temperatur widerſteht, welche man hervorbringen kann. Sogar Silberoxyd, was noch in einer unter der Rothglühhitze ſtehenden Temperatur zerſetzt wird, kann einer ſehr hohen Temperatur widerſtehen, wenn es mit Borſäure oder Phosphorſäure verbunden iſt.

Es iſt ſelbſt möglich, daß die neuen Anziehungskräfte energiſch genug wirken, um neue zweifache Verbindungen zu erzeugen, die ſich wiederum zerſetzen können, wenn es überhaupt ihre Natur erlaubt. Die Abſtoſung, welche gleichartig elektriſirte Theilchen auf einander ausüben, und mittelſt deren wir weiter oben die vielfachen Verbindungen erklären konnten, dient uns nun, auch diejenigen Verbindungen zu erklären, welche zwiſchen zwei Körpern ſtatt finden, die einen Ueberſchuß an gleichartigen Theilchen enthalten. Man bemerkt in dieſen Körpern ein Streben, ſich gegenſeitig zu zerſetzen, in Folge dieſer abſtoſenden Thätigkeit.

Auf dieſe Weiſe kann man ſich Rechenſchaft geben von der Wirkung der Säuren auf viele Superoxyde, welche unter beſondern Umſtänden, in Berührung mit jenen gebracht, einen Theil ihres Sauerſtoffs verlieren. Es läßt ſich daraus die ſo ſonderbare und merkwürdige Wirkung des oxydirten Waſſers auf gewiſſe Oxyde erklären. Dieſe Verbindung verliert durch die Berührung mit Silberoxyd die Hälfte ſeines Sauerſtoffs, wird dadurch Waſſer, treibt den Sauerſtoff aus dem Silberoxyd und führt dies in den metalliſchen Zuſtand über. Betrachtet man dieſe einfache Thatſache nach den alten Anſichten von der Verwandtſchaft, ſo iſt ſie unerklärlich, während nach den elektriſchen Ideen ſie beinahe vorhergeſehen werden konnte.

Betrachtet man in dieſer Beziehung den zerſetzenden Einfluß der Elektrizität, ſo begreift man leicht wie die Kraft durch die Zeit bei der chemiſchen Wirkung ergänzt werden kann. Sind z. B. die Theilchen einer Verbindung einer ſtarken Einwirkung unterworfen, ſo wird die Lage derſelben gewaltſam und ſchnell verändert, und die Zerſetzung geht in wenigen Minuten vor ſich. Iſt dagegen die Wirkung nur ſchwach, ſo können die Theilchen ſich nicht ſo ſchnell bewegen, werden aber, im Fall dieſe ununterbrochen ſtatt findet, die erforderliche Lage allmählig annehmen und die Zerſetzung wird dann vor ſich gehen. Auf ſolche Weiſe gelang es Becquerel ziemlich beſtändige Verbindungen durch die Anwendung äußerſt ſchwacher Kräfte zu zerſetzen, indem er ſolche mehrere Monate lang fortwährend wirken ließ.

§. 8.

Von der Wechſelwirkung der Körper.

64. Um dieſe Wirkungen richtig aufzufaſſen, iſt es nöthig die Reihe elektriſcher Verhältniſſe feſtzuſtellen, welche zwiſchen einfachen Körpern ſtatt finden. Noch iſt man jedoch weit entfernt, dies mit Sicherheit thun zu können. Wir nehmen an, daß der Waſſerſtoff gegen alle andern Körper poſitiv und die übrigen einfachen nicht metalliſchen Körper gegen die Metalle negativ elektriſch ſind.

Wir werden weiterhin die nicht metalliſchen Körper unter ſich vergleichen und in den folgenden Bänden werden wir Reihen aufſtellen, welche allgemeine Eigenſchaften derſelben Art in Beziehung auf die Metalle darbieten.

65. Man kann die Wirkungen, welche die Körper wechſelſeitig aufeinander ausüben, folgendermaſſen ordnen:

1. Die Verbindung zweier einfacher Körper.
2. Die Zerſetzung einer zweifachen Verbindung durch einen einfachen Körper.
3. Die wechſelſeitige Zerſetzung zweier binären Verbindungen.

Es könnten hierzu auch die Wirkungen der zuſammengeſetzten Körper gezählt werden, ſo oft dieſe in Maſſe aufeinander wirken, denn in dieſem Falle, würde ihre Rolle ganz die der einfachen Körper ſeyn.

Wir wollen dieſe verſchiedenen Fälle näher prüfen.

66. Bei der Verbindung zweier einfachen Körper bieten ſich Erſcheinungen dar, welche bereits (56) näher betrachtet worden, ſo daß hier nicht weiter die Rede davon zu ſeyn braucht. Derſelbe Fall findet bei den Verbindungen zweier binären Körper (58) ſtatt, wovon weiter oben bereits Erwähnung gethan worden.

Wir wollen nun die Erſcheinungen näher ins Auge faſſen, welche ſtatt finden, wenn ein Körper durch einen andern zerſetzt wird. Mehrere Fälle können ſich hier darbieten, über welche wir einige allgemeine Betrachtungen anſtellen wollen. Der einfachſte von allen iſt der, welcher bereits bei der Wirkung des Chlors auf den Kalk (59) erwähnt worden; hierbei kann ſich in der Erklärung dieſer Art von Erſcheinungen keine Schwierigkeit darſtellen. Setzt man das Calciumoxyd der Einwirkung des Chlors aus, ſo wird der Sauerſtoff vertrieben, das Chlor bemächtigt ſich des Calciums und Chlorcalcium bildet ſich. Läßt man dagegen Sauerſtoff auf Chlorcalcium wirken, ſo iſt der Erfolg Null, wie auch immer die Umſtände ſeyn mögen. Derſelbe Fall findet auch ſtatt, wenn man Jod auf Kaliumoxyd wirken läßt ꝛc. Man kann mithin ſagen, das Chlor iſt negativer elektriſch gegen das Calcium als der Sauerſtoff, ſo daß in dem Maaße, als die Chlortheilchen den Oxydtheilchen ſich nähern, ſie das Metall anziehen und den Sauerſtoff abſtoſen. Werden die Theilchen dieſes letzten Körpers frei, ſo nehmen ſie Gaszuſtand an, während das Chlor das frei gewordene Metall anzieht. Alle Erſcheinungen, wobei es ſich um die einfache Ausſcheidung eines Körpers handelt, können auf gleiche Weiſe erklärt werden.

Ganz anders verhält es ſich, wenn man z. B. die Wirkung des Schwefels auf die Oxyde und die des Sauerſtoffs auf die Schwefelverbindungen erklären will.

Wir wiſſen beſtimmt, daß der Sauerſtoff weit negativer als der Schwefel iſt; auch verjagt der Schwefel den

Sauerſtoff nur aus ſeinen Verbindungen bei verwickelten Reaktionen. Wenn man Schwefel auf Kupferoxyd wirken läßt, ſo bildet ſich zwar Schwefelkupfer, aber zugleich auch ſchweflichte Säure. Es geht hieraus hervor, daß der Schwefel zugleich poſitiv gegen den Sauerſtoff und negativ gegen das Kupfer auftritt und daß dieſes Zuſammentreffen beider Wirkungen die Zerſetzung einer Verbindung möglich machte, welche einer blos einfachen Wirkung des Schwefels widerſtanden hätte. Durchaus derſelbe Erfolg zeigt ſich in vielen Fällen, wo die Wirkung eines Körpers auf eine Verbindung Null iſt, wenn nicht zugleich die eines andern Körpers vorhanden iſt, welcher in Bezug auf den erſtern eine entgegengeſetzte Rolle ſpielt. Chlor äußerſt z. B. keine Wirkung auf gewiſſe Oxyde, d. h. Chlor für ſich kann den Sauerſtoff nicht austreiben; fügt man aber Kohle hinzu, ſo findet eine Einwirkung ſtatt, weil ſich nun die Kohle des Sauerſtoffs bemächtigt. Auf dieſe Weiſe werden Oxyde, welche weder die Kohle noch das Chlor für ſich allein zerſetzen können, durch ein Gemiſch von beiden zerlegt. Die Kieſelerde, Thonerde, Vorſäure können hier als Beiſpiel dienen. Auch Oxyde, welche der Einwirkung des Schwefels allein widerſtehen, werden durch ein Gemenge von Schwefel und Kohle zerſetzt, hierher gehört das Titanoxyd nebſt einigen andern.

67. Hat man das Vorhergegangene richtig aufgefaßt, ſo iſt leicht einzuſehen, daß die Einwirkung durch einen entgegengeſetzten Umſtand begünſtigt werden kann. Läßt man Sauerſtoff z. B. auf eine Schwefelverbindung wirken, ſo bildet ſich ſehr häufig ſchwefelichte Säure und ein Metalloxyd. Der Sauerſtoff ſpielt alſo zugleich eine negative Rolle ſowohl gegen den Schwefel, als auch gegen das Metall, und dieſe Doppelwirkung zerſtört die Schwefelverbindung. Man erklärt auf dieſe Weiſe warum das Chlor alle Jodverbindungen zerſetzt, während der Sauerſtoff nur eine ſehr kleine Anzahl derſelben zerlegt. Der Sauerſtoff nämlich kann, bei der gewöhnlichen Art den Verſuch anzuſtellen, nicht ſich mit Jod verbinden, während Chlor im Gegentheil dies ſtets vermag. Es übt demnach der Sauerſtoff auf dieſe Jodverbindungen nur eine einfache Wirkung, während das Chlor eine Doppelwirkung äußert.

In dem bisher Geſagten iſt blos die Rede von einfachen gasförmigen Körpern, welche auf ſtarre Subſtanzen wirken. Verſchieden zeigen ſich die Erſcheinungen, wenn die Wirkung zwiſchen zwei tropfbar flüſſigen Körpern ſtatt findet. Aber da dieſe überhaupt nur bei zuſammengeſetzten Körpern anwendbar iſt, ſo ſetzen wir voraus, daß mit dieſen operirt werde.

Man habe eine Salzauflöſung in Waſſer und fügt dazu eine Säure, ſo iſt es wahrſcheinlich, daß die Theilchen der Säure auf diejenige Seite ſich begeben werden, auf welcher

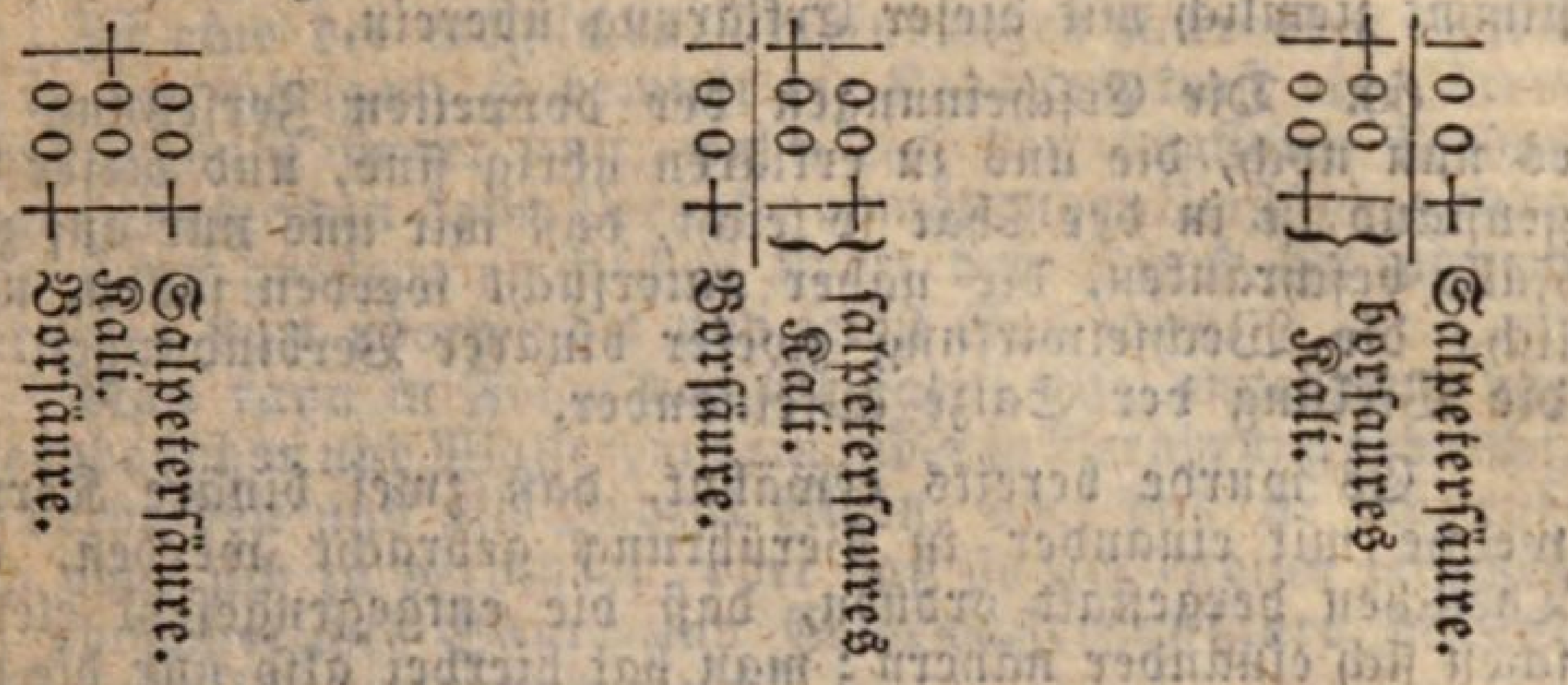
ſich die Theilchen der Baſis des Salzes befinden. Man erhält ſo eine Art Salz mit einer Doppelſäure, nämlich ein Salz, deſſen Baſis von zwei Seiten durch zwei verſchiedene Säuren angezogen wird, die ſich aber gegenſeitig einander abſtoſen. Iſt die angewandte Waſſermenge groß genug, ſo daß beide Säuren darin auflöslich ſind, ſo wird man nicht wahrnehmen können, daß eine Veränderung in der Zuſammenſetzung der angewandten Körper ſtatt gefunden hat. Fügt man z. B. Salpeterſäure zu einem ſchwefelſauren Salze, oder Schwefelſäure zu einem ſalpeterſauren Salze, vorausgeſetzt, daß die Subſtanzen hinreichend mit Waſſer verdünnt ſind, ſo iſt nicht wahrzunehmen, daß ſie eine Veränderung erlitten haben.

Es hat auch wirklich keine Zerſetzung ſtatt gefunden, indem ein Zuſtand des Gleichgewichts zwiſchen den Theilchen der Baſis und jenen der beiden Säuren eingetreten iſt; dieſer Zuſtand dauert fort, ſo lange nicht eine neue Kraft zu gleicher Zeit thätig wird; wenn aber die Säure des Salzes gasförmig und die andere feuerbeſtändig iſt, ſo geht die Zerſetzung vor ſich, denn die Theilchen der gasförmigen Säure werden ſo weit von der Baſis abgeſtoſen, daß die ſchwache Kraftäußerung, welche ſie zurück zu halten ſtrebt, ihre natürliche Neigung Gas zu werden nicht überwinden kann. Wenn andrerſeits das Salz eine ſtarre im Waſſer unlösliche Säure enthielte, ſo würde noch eine Trennung ſtatt finden weil die Theilchen der Säure ſich vermöge der Cohäſionskraft zu vereinigen ſuchten, welches ſchon hinreichen würde, um den geringen Einfluß, welche die Baſis noch auf dieſelben ausübt, zu zerſtören. Es läßt ſich auf dieſe Weiſe erklären, warum die Borſäure z. B. bisweilen auf die ſalpeterſauren Salze, ſo wie umgekehrt die Salpeterſäure auf die borſauren Salze, keine Einwirkung zeigt, während unter andern Umſtänden die Borſäure die ſalpeterſauren Salze, aber auch die Salpeterſäure ihrer Seits wieder die borſauren Salze, zerſetzt. Mengt man Salpeterſäure mit einer heiſen Auflöſung von borſauren Kali, ſo erfolgt keine Wirkung, weil die Salpeterſäure, ſowie die Borſäure, durch das Waſſer zurückgehalten wird; läßt man aber das Gemenge erkalten, ſo ſezt ſich Borſäure ab und die Flüſſigkeit enthält ſalpeterſaures Kali. Da die Borſäure in der Kälte ſehr wenig auflöslich iſt, ſo konnte nun die Kohäſion ihrer Theilchen mit Erfolg wirken. Wenn dieſer Effekt ſtatt gefunden hat, ſo hat man nur nöthig die Flüſſigkeit abzudampfen, indem man die Borſäure in derſelben läßt, und bald wird ſich dann die Salpeterſäure in die Vorlage begeben, indem ſich wieder borſaures Kali erzeugt. Weil die Salpeterſäure flüchtig und die Borſäure feuerbeſtändig iſt, ſo befinden ſich in dieſem Falle beide in ganz entgegengeſetzten Umſtänden. Nichts ſucht nun weiter die Trennung der Borſäure zu bewirken, während das Beſtreben der

Salpeterſäure-Theilchen, flüchtig zu werden, fähig iſt, die Anziehung zu überwinden, welche das Kali noch gegen ſie äuſſert.

Es laſſen ſich dieſe drei Fälle auf folgende Weiſe darſtellen:

heiße Auflöſung. kalter Zuſtand. Abdampfung.



Im Allgemeinen gilt, daß bei den Wechſelwirkungen der tropfbaren Flüſſigkeiten nur dann ein eigentlicher Effekt ſtatt findet, wenn einer der Körper aus dem flüſſigen Zuſtand in den gasförmigen oder in den ſtarren Zuſtand übergeht.

68. Die Art von Wirkungen, welche wir hier betrachten, begreift einige Erſcheinungen in ſich, die man nur anführen darf, um ihre ganze Bedeutſamkeit zu erkennen. In der Rothglühhitze reducirt der Waſſerſtoff das Eiſenoxyd, erzeugt Waſſer und führt das Eiſen in den metalliſchen Zuſtand zurück. Bei derſelben Temperatur zerſetzt das Eiſen das Waſſer, erzeugt Eiſenoxyd und Waſſerſtoffgas entbindet ſich. Ebenſo zerſetzt das Waſſer das kohlenſaure Kali, bildet Kalihydrat und Kohlenſäure entbindet ſich, während die Kohlenſäure ihrerſeits das Kalihydrat zerſetzt, kohlenſaures Salz wieder erzeugt und das Waſſer frei macht.

Dieſe Thatſachen laſſen ſich weder durch die Flüchtigkeit des einen, noch durch die Feuerbeſtändigkeit des andern dieſer Körper erklären, indem die Umſtände in beiden Fällen gleich ſind; aber man ſieht leicht ein, daß ſie nur ſtatt haben in dem Falle, wenn die aufeinander einwirkenden Körper in Abſicht auf ihre elektriſche Energie einander ſehr nahe ſtehen. Die Temperaturverhältniſſe zwiſchen beiden in Wirkſamkeit begriffenen Körpern ſind übrigens ſehr verſchieden. Das rothglühende Eiſen zerſetzt den Waſſerdampf, der eine weit niedrigere Temperatur beſitzt, wenn er über das Metall ſtreicht; das rothglühende Eiſenoxyd wird aber auch zerſetzt durch Waſſerſtoff, der ſelbſt nicht dieſe hohe Temperatur haben kann, wenn er mit jenem Körper in Berührung kömmt. Man muß deshalb annehmen, daß die Steigerung der Temperatur die elektriſchen Eigenſchaften der Körper aufs kräftigſte erregt, und zwar, indem das heiße Eiſen hierdurch poſiti-

ver gegen den kältern Sauerſtoff wird, als es der Waſſerſtoff gegen den Sauerſtoff bei gleicher Temperatur iſt; im andern Falle iſt der heiße Sauerſtoff negativer gegen den kalten Waſſerſtoff, als er gegen das Eiſen iſt, welches dieſelbe Temperatur wie er beſitzt. Was wir über den Einfluß der Wärme auf die elektriſchen Eigenſchaften dieſes Körpers kennen, ſtimmt ziemlich mit dieſer Erklärung überein.

69. Die Erſcheinungen der doppelten Zerſetzung ſind es nun noch, die uns zu erklären übrig ſind, und dieſer Gegenſtand iſt in der That ſo leicht, daß wir uns nur auf zwei Fälle beſchränken, die näher unterſucht werden ſollen, nämlich: die Wechſelwirkung zweier binärer Verbindungen und die Wirkung der Salze aufeinander.

Es wurde bereits erwähnt, daß zwei binäre Körper, welche mit einander in Berührung gebracht werden, ihre Theilchen dergeſtalt ordnen, daß die entgegengeſetzt elektriſchen ſich einander nähern; man hat hierbei alſo nur die Umſtände zu berückſichtigen, welche die Verbindung der Elemente auf eine neue Weiſe beſtimmen können.

+	−	+	−	+	−	+	−
o	o	o	o	o	o	o	o
o	o	o	o	o	o	o	o
−	+	−	+	−	+	−	

Es laſſen ſich hier vier Haupterſcheinungen unterſcheiden: entweder vereinigen ſich die zwei Verbindungen ganz einfach und bilden ein Salz; oder ſie nähern ſich ohne eine beſtändige Verbindung zu erzeugen; oder ſie zerſetzen ſich ferner wechſelſeitig; oder endlich der negative Körper der einen verbindet ſich mit dem poſitiven Körper des andern, während die beiden übrigen Grundſtoffe frei werden. Vorſtehende vier Figuren ſtellen dieſe verſchiedenen Verhältniſſe dar.

Geſetzt wir nehmen an, alle Verbindungen, welche aus der Wechſelwirkung der Elemente zweier binären Verbindungen entſtehen können, ſeyen in einander auflöslich, ſo iſt klar, daß man nicht entſcheiden kann, welcher von den drei erſten Fällen ſtatt gefunden hat. Nehmen wir als Beiſpiel Waſſer und Chlornatrium, ſo zeigt ſich, daß eine wäſſerige Auflöſung des letztern Körpers als eine Verbindung von Chlornatrium und Waſſer, oder als ein bloſes Gemenge beider Körper betrachtet werden kann, oder endlich noch als eine Verbindung von Chlorwaſſerſtoffſäure und Natriumoxyd, ohne daß in der relativen Anordnung der Theilchen eine Aenderung dadurch entſtünde.

Waſſerſt.	Sauerſt.	Waſſerſt.	Sauerſt.	Waſſerſt.	Sauerſt.
Chlor.	Natrium.	Chlor.	Natrium.	Chlor.	Natrium.

Die hier angedeutete Anordnung zeigt, daß im Falle eine Verbindung ſtatt oder nicht ſtatt fände, oder eine wechſelſeitige Zerſetzung vor ſich gienge, die Stellung der Theilchen gegen einander dieſelbe bleibt, ſo lange nicht neue Kräfte zugleich wirkend auftreten. Kräfte dieſer Art kann die Cohäſion, oder das Streben Gaszuſtand anzunehmen, ſeyn.

Iſt eine der möglichen Verbindungen ſtarr oder unlöslich in den übrigen, ſo bewirkt die Kohäſionskraft eine Trennung; daſſelbe findet ſtatt, wenn eine der möglichen Verbindungen, unter den beim Verſuche obwaltenden Umſtänden, vermöge ihrer größern elaſtiſchen Kraft den Druck der atmosphäriſchen Luft überwindet und ſelbſt Gas wird.

Man kann in Folge des Geſagten alſo annehmen, daß Chlorphosphor und Waſſer, mit einander in Berührung gebracht, ſich verbinden und ein Hydrat bilden, oder daß ſie ſich auflöſen ohne ſich zu verbinden, oder daß ſie ſich endlich zerſetzen und phosphorichte Säure und Chlorwaſſerſtoffſäure bilden; im Grunde iſt dies alles gleich.

Dagegen zerſetzt das Chlorkieſel das Waſſer, denn die Kieſelſäure iſt unlöslich. Es bildet ſich dann Chlorwaſſerſtoffſäure, welche aufgelöſt bleibt, und Kieſelſäure, welche ſich abſetzt.

Das Stickſtoffkalium zerſetzt gleichfalls das Waſſer, indem ſich Ammoniak bildet, welches in den gasförmigen Zuſtand übergeht, wenn nur wenig Waſſer angewendet wird, ferner Kaliumoxyd, was aufgelöſt bleibt.

Demnach kann man ſagen, daß wenn zwei Körper, indem ſie ſich wechſelſeitig zerſetzen, zwei neue Verbindungen bilden, die ſich vereinigen können, es ungewiß bleibt, ob dieſe letztere Wirkung wirklich ſtatt gefunden hat. Wenn dagegen die zwei neugebildeten Verbindungen beide Säuren oder beide Alkalien ſind, ſo geht in den meiſten Fällen die Zerſetzung vor ſich; der Einfachheit wegen nehmen wir ſie ſtets an.

(Zuſatz des Verfaſſers.)

„Als Beiſpiel zu dieſer aufgeſtellten Behauptung möge das Chlorjod dienen. Wenn dieſe Verbindung das Waſſer zerſetzte, ſo würden dadurch zwei Säuren erzeugt werden, allein es läßt ſich darthun, daß das Waſſer nicht von derſelben zerlegt wird. Schon durch das bloſe Schütteln in der Kälte mit Schwefeläther kann die aufgelößte Verbindung vom Waſſer wieder getrennt werden. Man würde alſo in allen Fällen die Zerſetzung des Waſſers annehmen dürfen, wenn ein ſchwach wirkſames Löſungsmittel die urſprüngliche Verbindung nicht wieder vom Waſſer entfernen könnte.“

Da die drei erſten Fälle beſtimmt ſind, ſo gehen wir zum vierten über. Chlorſchwefel und Ammoniak bieten uns hiervon ein Beiſpiel dar. Durch ihre Wechſelwirkung bildet ſich Chlorwaſſerſtoffſäure, Stickſtoff und Schwefel. Es wird

in dieſem Falle wahrſcheinlich die Wirkung durch die Kohäſion des Schwefels beſtimmt. Erſcheinungen dieſer Art können alle auf ähnliche Weiſe erklärt werden.

70. Es wird nun ſehr leicht ſeyn, die Wechſelwirkung der Salze zu begreifen. Miſcht man zwei Auflöſungen miteinander, ſo kann einer der drei folgenden Fälle ſtatt finden: entweder läßt ſich nichts beſtimmen, wie bei ſalpeterſaurem Kali und ſchwefelſaurem Natrum; oder es bildet ſich ein Doppelſalz; bei ſchwefelſaurem Kali und ſchwefelſaurer Thonerde; oder es findet endlich eine doppelte Zerſetzung ſtatt, wie dies der Fall bei ſalpeterſaurem Baryt und ſchwefelſaurem Natrum iſt. Es iſt unverkennbar, das wir uns ſtets in demſelben Ideenkreis befinden. Werden zwei Salze gemiſcht, ſo iſt es, indem ſich die entgegengeſetzt elektriſchen Theilchen einander gegenüber ſtellen, gleichgültig, in welcher Richtung man die Scheidelinien zwiſchen den Gruppen dieſer Theilchen zieht. Es beſtimmt demnach entweder die Unauflöslichkeit, oder das Streben Gasform anzunehmen, welche eine der möglichen Verbindungen beſitzen kann, einzig und allein ihre Trennung.

Miſcht man z. B. kohlenſaures Ammoniak und ſchwefelſauren Kalk, ſo bildet ſich kohlenſaurer Kalk und ſchwefelſaures Ammoniak, weil das erſte der beiden Salze unlöslich iſt. Nimmt man dagegen ſchwefelſaures Ammoniak und kohlenſauren Kalk im trocknen Zuſtande, und erhitzt das Gemenge bis es rothglühend wird, ſo bildet ſich kohlenſaures Ammoniak und ſchwefelſaurer Kalk, weil das erſtere flüchtig iſt.

Es mag dies hinreichen, um die in dieſem Bande vorkommenden Thatſachen zu verſtehen. An der Spitze der folgenden Bände wird man nähere Erörterungen finden, namentlich in Bezug auf die Reaktionen des Waſſers und die Wechſelwirkung der Salze, wo dann auch die beſondern Modifikationen, welche die Körper in den organiſchen Verbindungen zu erleiden ſcheinen, berückſichtigt werden ſollen.

(Zuſatz des Verfaſſers.)

„Als Anhang zu den bisherigen Betrachtungen, und namentlich in Beziehung auf die genügende Erklärung der chemiſchen Wirkſamkeit der Stoffe, führen wir hier noch einige Beiſpiele an.

Wir beginnen mit der Wirkung des Waſſers, Zinks und der Schwefelſäure bei Bereitung des Waſſerſtoffs. Das Zink iſt poſitiv gegen den Sauerſtoff, woraus folgt, daß das Waſſer, was mit ihm in Berührung kömmt, alle ſeine Sauerſtofftheilchen ihm zuwendet, während der Waſſerſtoff von dem Metall abgeſtoſen wird. Man hat demnach

Waſſerſt. OO+
Sauerſt. O —
Zink O+

Werden nun die Waſſerſtofftheilchen ſo weit abgeſtoſen, daß ſie ſich aus der Sphäre der Wirkſamkeit des Sauerſtoffs entfernen, ſo wird die Zerſetzung des Waſſers ſtatt finden. Dies iſt der Fall, wenn Kalium auf das Waſſer einwirkt. Da aber das Zink nicht poſitiv genug iſt, ſo muß ſein poſitiv-elektriſcher Zuſtand höher geſteigert werden durch die Berührung eines negativen Körpers. Dies geſchieht in der galvaniſchen Säule durch Kupfer, hier aber mittelſt der Schwefelſäure. Dieſer Körper und das Zink bilden ein Element der galvaniſchen Säule. Die Säure zieht den Waſſerſtoff an, der ſich entbindet und das Metall dagegen zieht den Sauerſtoff an, mit dem es ſich verbindet. Das gebildete Oxyd vereinigt ſich mit der Säure. Bei jeder Zerſetzung dieſer Art wird das Metall den Sauerſtoff und die Säure den Waſſerſtoff anziehen. Sowie das Metall ſich mit dem Sauerſtoff verbinden kann, ſo ereignet es ſich auch zuweilen, daß die Säure ſich mit dem Waſſerſtoff vereinigt, unter Mitwirkung eines ihrer Beſtandtheile. Schweflichte Säure, Waſſer und Eiſen in Berührung mit einander, wirken auf beſagte Weiſe. Das Eiſen vereinigt ſich mit dem Sauerſtoff zu Oxydul, der Waſſerſtoff begiebt ſich an die ſchweflichte Säure und beſonders an ihren negativen Beſtandtheil, den Sauerſtoff, und bildet Waſſer, indem jene dadurch in unterſchweflichte Säure umgewandelt wird, die mit dem vorhandenen Eiſenoxydul unterſchweflichtſaures Eiſenoxydul erzeugt.

Wir wollen nun die Wirkung, welche Fluor-Calcium, Kieſelerde und Schwefelſäure auf einander üben, näher beleuchten. Aus dem früher Geſagten geht hervor, daß die Theilchen des Fluorcalciums und der Kieſelerde folgende Stellung gegen einander annehmen werden.

Kieſel ⊕ ⊖ Sauerſtoff
Fluor ⊖ ⊕ Calcium.

Vereinigen ſich dieſe Körper zu binären Verbindungen, ſo können dieſe ſeyn:

Fluor-Kieſel — eine Säure,
Kieſelerde — eine Säure aber ſchwächer als die vorige,
Fluorcalcium — neutral oder wenigſtens beinahe neutral,
Kalk — eine ſehr mächtige Baſis.

Nehmen wir nun an, daß die Schwefelſäuretheilchen zu jener Gruppe treten, ſo werden ſie abgeſtoſen von dem Fluor-

kieſel und der Kieſelerde, ſehr wenig angezogen von dem Fluorcalcium, ſtark dagegen aber vom Kalk. Die Schwefelſäure wird demnach an den Kalk treten und man hat nun

Kieſel	Sauerſt.	
$\oplus$	$\ominus$	$\ominus$ Schwefelſäure
$\ominus$	$\oplus$	
Fluor	Calcium.	

Zieht aber die Säure den Kalk an und ſtößt das Fluorkieſel ab, ſo erfolgt daraus nothwendig eine Zerſetzung, das Fluorkieſel wird frei, indem andrerſeits ſchwefelſaurer Kalk gebildet wird.

Dieſe Beiſpiele werden hinreichen, um zu zeigen, wie in ähnlichen Fällen verfahren werden muß, um ſich einen recht deutlichen Begriff von der chemiſchen Wirkungsweiſe der Körper zu machen.“

§. 9.

Allgemeine Betrachtung der nichtmetalliſchen Körper.

71. Man kennt dreizehen dieſer Körper, nämlich: Bor, Brom, Chlor, Fluor, Jod, Kieſel, Kohlenſtoff, Phosphor, Sauerſtoff, Selen, Schwefel, Stickſtoff und Waſſerſtoff.

Dieſen Körpern reihen wir noch das Arſenik an, da es hinſichtlich ſeiner chemiſchen Eigenſchaft hierher gehört, obgleich es ſonſt noch unter den Metallen aufgeführt wird.

Von dieſen Körpern ſind 3 ſtarr und unfähig zu ſchmelzen oder ſich zu verflüchtigen, ſelbſt bei der höchſten Temperatur, nämlich Kohlenſtoff, Bor und Kieſel. Vier andere ſind ſtarr bei gewöhnlicher Temperatur, ſchmelzen aber und verflüchtigen ſich leicht.

Ein einziger unter dieſen Körpern iſt tropfbarflüßig bei gewöhnlicher Temperatur, nämlich Brom.

Vier ſind gasförmig, nämlich: Stickſtoff, Chlor, Waſſerſtoff und Sauerſtoff; nur Chlor allein kann von dieſen Körpern durch großen Druck tropfbar flüßig erhalten werden.

Fluor endlich wurde noch nie iſolirt dargeſtellt.

Der Waſſerſtoff zeichnet ſich unter dieſen Körpern beſonders dadurch aus, daß er ſtets poſitiv elektriſch gegen die übrigen iſt.

Es laſſen dieſe ſehr leicht ſich klaßifiziren, wenn man ihre Waſſerſtoffverbindungen als Anhaltspunkte nimmt. Fluor Chlor, Brom, Jod, Selen und Schwefel bilden z. B. Säuren, indem ſie ſich mit Waſſerſtoff vereinigen.

Der Sauerſtoff bildet dagegen mit dieſem Körper eine ſehr indifferente Verbindung, nämlich das Waſſer.

Stickſtoff, Phosphor, Arſenik und Kohlenſtoff bilden mit dem Waſſerſtoff alkaliſche Verbindungen, oder wenigſtens Körper, welche ihnen nahe ſtehen.

Bor und Kieſel wurden bis jetzt noch nicht mit Waſſerſtoff verbunden.

71. Wir wollen eine kurze Ueberſicht geben von den hervorſtechenſten Eigenſchaften einer jeden dieſer Gruppen, die ſich gemäß dieſer Betrachtungsweiſe aufſtellen laſſen.

Waſſerſtoff.

Fluor Chlor Brom Jod	½ Atom von jedem dieſer Körper und ½ Atom Waſſerſtoff bilden 1 Atom Säure.
Selen Schwefel	½ Atom von dieſen beiden und 1 Atom Waſſerſtoff bilden 1 Atom Säure.
Sauerſtoff.	½ Atom von dieſem Körper und 1 Atom Waſſerſtoff bilden Waſſer, eine ſehr indifferente Subſtanz.
Stickſtoff Phosphor Arſenik	½ Atom von jedem und 1½ Atom Waſſerſtoff bilden 1 Atom eines gasförmigen baſiſchen Körpers.
Bor Kieſel	wurden noch nicht mit Waſſerſtoff verbunden.
Kohlenſtoff.	2 Atom deſſelben und 2 Atom Waſſerſtoff bilden 1 Atom eines gasförmigen baſiſchen Körpers.

Die den einzelnen dieſer Gruppen angehörigen Körper zeigen eine merkwürdige Aehnlichkeit untereinander.

Verbinden ſich Fluor, Chlor, Brom und Jod mit Waſſerſtoff, ſo werden dadurch vier, ihrer Zuſammenſetzung nach, ſehr ähnliche Säuren gebildet, die viele Eigenſchaften miteinander gemein haben. Das Fluor konnte noch nicht mit Sauerſtoff verbunden werden, wohl aber das Chlor, Brom und Jod, welche mit demſelben Säuren bilden, die aus einem Atom von jedem dieſer Körper und zwei und einem halben Atom Sauerſtoff zuſammengeſetzt ſind. Dieſe ſämmtlichen Säuren zeichnen ſich beſonders dadurch aus, daß ſie äußerſt leicht ihren Sauerſtoff an ſehr viele Subſtanzen abgeben. Alle Verbindungen dieſer vier Grundſtoffe mit andern Körpern ſind iſomorph.

Selen und Schwefel, abgeſehen von ihren ähnlichen Verbindungen mit Waſſerſtoff, bilden beide zwei Sauerſtoffſäuren, die eine beſteht aus einem Atom Radical und zwei Atomen Sauerſtoff und die andere aus einem Atom Radikal und drei Atomen Sauerſtoff. Dieſe beiden Grundſtoffe bilden ſtets iſomorphe Verbindungen.

Der Sauerſtoff hat durchaus keine Aehnlichkeit mit den übrigen nicht metalliſchen Körpern. Am meiſten nähert er ſich noch dem Schwefel; allein er unterſcheidet ſich von demſelben dadurch, daß er mit Waſſerſtoff keine Säure bildet, und überhaupt noch darin, daß er negativ gegen Chlor, Brom und Jod iſt, während der Schwefel poſitiv gegen dieſe auftritt.

Stickſtoff, Phosphor und Arſenick gleichen ſich ſehr, ſowohl durch ihre Waſſerſtoffverbindungen, als auch durch ihre Sauerſtoffverbindungen. Mit Waſſerſtoff bildet der Stickſtoff ein mächtiges Alkali, der Phosphor einen baſiſchen Körper, und der Arſenik eine Verbindung, welche wahrſcheinlich auch dieſe Eigenſchaft beſitzt, wofür man jedoch noch keine poſitiven Beweiſe hat. Der Sauerſtoff bildet mit Jedem derſelben mächtige Säuren, welche aus einem Atom Radical und anderthalb oder drittehalb Atomen Sauerſtoff beſtehen; der Stickſtoff unterſcheidet ſich aber von den beiden übrigen dadurch, daß ſeine Säuren die Hälfte von der Baſismenge neutraliſiren, welche zur Neutraliſation der Phosphor- und Arſenikſäure erfordert wird. Dagegen ſind Phosphor und Arſenik ſich in allen Beziehungen ähnlich und bilden ſtets iſomorphe Verbindungen.

Bor und Kieſel gleichen ſich in vieler Hinſicht, unterſcheiden ſich aber in weſentlichen Beziehungen wiederum. Die Verbindungen, welche ſie mit Fluor und Chlor bilden, ſind in Abſicht auf die Anzahl der Atome nicht auf gleiche Weiſe zuſammengeſetzt, haben aber viele Eigenſchaften miteinander gemein.

Der Kohlenſtoff dagegen unterſcheidet ſich von allen übrigen genannten Körpern in weſentlicher Hinſicht. Er leitet die Elektrizität und Wärme vollkommen, und kann in dieſer Beziehung leicht mit den Metallen verwechſelt werden, von welchen er ſich übrigens nur durch ſeine Durchſichtigkeit unterſcheidet, die er als Diamant beſitzt. Er unterſcheidet ſich von den Metallen aber durch die Charaktere, welche er in Verbindung mit dem Chlor, Schwefel ꝛc. beſitzt. Wenn wir auf den Waſſerſtoff, den Sauerſtoff und das Fluor nicht weiter Rückſicht nehmen, ſo bemerken wir, daß das Chlor mit Brom, Jod, Selen, Schwefel, Phosphor, Arſenik, Bor und Kieſel Verbindungen bildet, welche das Waſſer zerſetzen, während dadurch Chlorwaſſerſtoffſäure einerſeits und Sauerſtoffſäure von Brom, Jod andererſeits erzeugt werden. Der Kohlenſtoff im Gegentheil bildet mehrere Chlorverbindungen, welche keinesweges auf Waſſer einwirken. Auch Chlor, Stickſtoff beſitzt dieſe letztere Eigenſchaft, was eine Aehnlichkeit zwiſchen Kohlenſtoff und Stickſtoff begründet, welche auſſerdem aber wegen ihrer übrigen Eigenſchaften getrennt von einander ſtehen.

Unter den nichtmetalliſchen Körpern ſcheint ſich der Kohlenſtoff dem Kieſel und dem Bor am meiſten zu nähern, vermöge ſeiner Unſchmelzbarkeit, ſeiner Feuerbeſtändigkeit und ſeiner Unauflöslichkeit in allen bekannten Auflöſungsmitteln. Einerſeits läßt ſich das Kieſel und Bor kaum iſolirt darſtellen, andererſeits beſitzen das Kieſel und der Kohlenſtoff zugleich das Vermögen das Eiſen in Stahl umzuwandeln, eine ſehr merkwürdige Eigenſchaft, die ſie offenbar einander nahe ſtellt.

Alle dieſe erwähnten Umſtände werden die Annahme folgender Klaſſifikation rechtfertigen:

1tes Geſchlecht. Waſſerſtoff.
2tes Geſchlecht. Fluor, Chlor, Brom, Jod.
3tes Geſchlecht. Selen, Schwefel. Anhang, Sauerſtoff.
4tes Geſchlecht. Phosphor, Arſenik. Anhang, Stickſtoff.
5tes Geſchlecht. Bor, Kieſel. Anhang, Kohlenſtoff.

72. Wir wollen nun das gegenſeitige elektriſche Verhalten dieſer Körper näher prüfen. Es wurde bereits bemerkt, daß die Reihenfolge der Körper in dieſer Beziehung nach den Umſtänden verſchieden ſey. Wir werden folglich von den nichtmetalliſchen Körpern einem jeden diejenigen übrigen gegenüber ſtellen, mit welchen man ihn verbinden konnte, und zwar in einer Ordnung, welche ganz dem Maaße der elektro-negativen Kraft, welche dieſelbe gegen ihn äußern, entſpricht; die elektriſch kräftigſten ſtehen jedesmal dem Körper zunächſt.

Waſſerſtoff. — Fluor, Chlor, Sauerſtoff, Brom, Jod, Schwefel, Selen, Kohlenſtoff, Phosphor, Arſenik, Stickſtoff.
Bor. — Fluor, Chlor, Sauerſtoff, Schwefel.
Kieſel. — Fluor, Chlor, Sauerſtoff, Schwefel.
Kohlenſtoff. — Sauerſtoff, Chlor, Jod, Schwefel, Stickſtoff.
Arſenik. — Sauerſtoff, Fluor, Chlor, Brom, Jod, Selen, Schwefel, Phosphor.
Phosphor. — Sauerſtoff, Fluor, Chlor, Brom, Jod, Selen, Schwefel.
Selen. — Sauerſtoff, Chlor, Brom, Jod, Schwefel.
Schwefel. — Sauerſtoff, Chlor, Brom, Jod, Selen.
Stickſtoff. — Chlor, Jod, Sauerſtoff.
Jod. — Sauerſtoff, Chlor, Brom.
Brom. — Chlor, Sauerſtoff.
Chlor. — Sauerſtoff.
Fluor. — Kein bekannter Körper.
Sauerſtoff. — Kein bekannter Körper.

Dieſe Tafel kann auf verſchiedene Weiſe angewendet werden. Nimmt man die erſte Reihe der Namen in ſenkrechter Richtung, ſo bemerkt man, daß der Waſſerſtoff poſitiv elektriſch gegen alle nicht metalliſchen Körper iſt, und daß dagegen der Sauerſtoff ſich negativ ohne Ausnahme gegen alle übrigen verhält. Jeder der übrigen Körper iſt negativ ge-

gen diejenigen, welche über ihn ſtehen und poſitiv gegen die, welche abwärts auf ihn folgen. Wir haben demnach Schwefelwaſſerſtoff, Schwefelbor, Schwefelkieſel, Schwefelkohlenſtoff, Schwefelarſenik, Schwefelphosphor und Schwefelſelen dagegen aber Jodſchwefel, Bromſchwefel, Chlorſchwefel ꝛc. *).

Das Arſenik macht eine Ausnahme, denn gegen Waſſerſtoff iſt es weniger negativ, gegen Sauerſtoff aber weniger poſitiv als der Phosphor.

In anderer Beziehung giebt uns die horizontale Reihe ein deutliches Bild von der relativen Stärke der Verwandtſchaft, welche die darin aufgeführten Körper gegen den erſten ihnen gegenüberſtehenden Grundſtoff beſitzen. Man ſieht z. B. daß das Arſenik keinem ihm voranſtehenden Körper den Waſſerſtoff entreißen kann. Der Schwefel und das Selen dagegen entziehen allen auf ſie folgenden Körpern den Waſſerſtoff. Derſelbe Fall findet mit Brom und Jod, Chlor und Sauerſtoff und wahrſcheinlicher Weiſe auch mit Fluor ſtatt. Das Chlor zerſetzt das Waſſer, erzeugt Chlorwaſſerſtoffſäure und der Sauerſtoff wird frei; es zerſetzt auch die Bromwaſſerſtoff- Jodwaſſerſtoff- Schwefelwaſſerſtoff- Selenwaſſerſtoff-Säure, den Kohlenwaſſerſtoff, das Ammoniak, den Phosphorwaſſerſtoff und Arſenikwaſſerſtoff, indem ſich ſtets Chlorwaſſerſtoffſäure bildet und Brom, Jod, Schwefel, Selen, Kohlenſtoff, Stickſtoff, Phosphor und Arſenik frei wird.

Dieſelbe Regel gilt für alle Fälle; der Sauerſtoff z. B. entreißt dem Chlor den Phosphor, das Chlor entreißt dieſen dagegen dem Brom, das Brom dem Jod, das Jod dem Selen und das Selen dem Schwefel.

73. Dieſe Regeln ſind jedoch nicht abſolut gültig, denn das Chlor z. B. kann weder das Kieſel noch das Bor dem Sauerſtoff entziehen, ebenſo kann auch der Sauerſtoff dieſe Körper dem Chlor nicht entreißen, die angenommene Ordnung bleibt alſo für dieſen Fall, ſowie für einige andere immer ungewiß.

Man kann jedoch aus dieſer Tafel einige Regeln in Beziehung auf dieſen letzten Fall ableiten. Geſetzt man wollte die Borſäure oder Kieſelſäure durch Chlor zerſetzen, indem man einen die Zerſetzung befördernden Körper zufügt. Dieſer Körper müßte dann der poſitivſte ſeyn, zugleich aber doch ſich poſitiver gegen den Sauerſtoff als gegen das Chlor verhalten. Letztere Bedingung ſchließt den Waſſerſtoff aus. Weiter herunter iſt der erſte ſich darbietende Körper der Koh-

*) Wir erinnern hier an die weiter oben, bei der Nomenklatur, feſtgeſtellte Grundregel, nach welcher bei der Namenbildung der Verbindungen ſtets der elektronegative Körper vorangeſetzt wird. E.

lenſtoff. Dieſer wird demnach, da er alle erforderlichen Eigenſchaften beſitzt, vorgezogen werden müſſen.

74. Noch laſſen die Verhältniſſe, welche wir hier einigermaßen näher unterſucht haben, ſo viel Ungewißheit übrig, daß man kaum noch wagen darf, eine ähnliche Tafel für die Verbindungen zu entwerfen. Wir beſchränken uns darauf, hier eine Tafel der nach Gruppen geordneten Verbindungen vorzulegen, wobei wir diejenigen Körper zuſammenſtellen, welche die meiſten Eigenſchaften miteinander gemein haben; es ſollen dabei ſolche Körper an die Spitze der Gruppe geſtellt werden, welche das Studium der folgenden am meiſten erleichtern können.

Nehmen wir die einfachen Körper und die atmoſphäriſche Luft aus, deren Studium wir voraus ſetzen, ſo kann man die Verbindungen folgendermaſſen gruppiren:

Erſte Gruppe. — Waſſerſtoffverbindungen.

Neutrale. — Waſſer, oxydirtes Waſſer.

Säure.	1. Chlorwaſſerſtoffſäure, Bromwaſſerſtoffſäure, Jodwaſſerſtoffſäure, Fluorwaſſerſtoffſäure.
	2. Schwefelwaſſerſtoffſäure, Selenwaſſerſtoffſäure.
Baſiſche.	3. Phosphorwaſſerſtoff, Arſenikwaſſerſtoff, Ammoniak.
	4. Kohlenwaſſerſtoff.

Zweite Gruppe. — Sauerſtoffverbindungen.

Säure.	1. Chlorſäure, Bromſäure, Jodſäure.
	2. Schwefelichte Säure, ſelenichte Säure, Schwefelſäure, Selenſäure.
	3. Phosphorichte Säure, Phosphorſäure, arſenichte Säure, Arſenikſäure, unterſalpetrichte Säure, Salpeterſäure.
	4. Kohlenſäure.
	5. Borſäure, Kieſelſäure.

Die als Anhang hierher gehörigen Körper.

Neutrale	1. Stickſtoffoxyde.
	2. Kohlenoxyde.
	3. Phosphoroxyde.

Dritte Gruppe.

Säure.	1. Fluor=Bor, Fluor=Kieſel, Fluor=Arſenik.
	2. Chlor=Brom, Chlor=Jod, Chlor=Phosphor, Chlor=Arſenik, Chlor=Schwefel, Chlor=Selen, Chlor=Bor und Chlor=Kieſel.
	3. Brom=Jod, Brom=Phosphor, Brom=Schwefel und Brom=Selen.
	4. Jod=Phosphor, Jod=Arſenik.
	5. Schwefelarſenik.
	6. Schwefel=Bor und Schwefel=Kieſel.
Neutrale.	Chlor=Kohlenſtoff, Jod=Kohlenſtoff.
	Chlor=Stickſtoff, Jod=Stickſtoff.
	Schwefel=Kohlenſtoff.

Vierte Gruppe.

Cyan und ſeine Verbindungen.

Handbuch

der

angewandten Chemie.

Erſtes Buch.

1. Dieſes Buch enthält die Beſchreibung der nichtmetalliſchen Körper und ihrer Verbindungen unter einander. Man wird bereits bemerkt haben, daß dieſe Körper ſich bequem nach Gruppen oder Familien zuſammenſtellen laſſen und daß man für jede derſelben allgemeine äußerſt einfache Charactere ohne Mühe feſtſetzen kann. Betrachtet man jedoch alle dieſe Stoffe zuſammen, ſo iſt es kaum möglich, ihnen gemeinſchaftliche Eigenſchaften beizulegen. Sie ſind zwar ohne Ausnahme ſchlechte Leiter der Electrizität und der Wärme; indeſſen dieß ſcheint wenig Einfluß auf ihre andern Eigenſchaften zu haben, wenigſtens nach der außerordentlichen Verſchiedenheit zu urtheilen, die zwiſchen den übrigen Eigenthümlichkeiten dieſer einfachen Stoffe ſtatt findet. Demnach beſchränken wir uns auf dasjenige, was ſchon im Allgemeinen aus einander geſetzt wurde, und wollen die Gegenſtände unſerer Betrachtung auf eine nur ſehr künſtliche und keineswegs ihrer Natur entſprechenden Weiſe zuſammenzuſtellen ſuchen, indem wir nämlich ihr Verhalten in Beziehung auf die Fabrikation dabei zur Richtſchnur nehmen.

Die Bereitung dieſer Körper, ſo wie ihrer Verbindungen unter ſich, iſt zwar nicht die Aufgabe ſehr künſtlicher Gewerbe, allein wir müſſen ſie doch einigermaſſen ausführlich abhandeln, weil ſich unter beiden eine Menge kräftig wirkender Mittel vorfinden, welche bei den Operationen faſt aller Induſtriezweige angewendet werden.

Kapitel I.

Waſſerſtoff. Luftſchifffahrt.

(Synonyme. Brennbare Luft, inflamable Luft. Lat. Hydrogenium. Franz. Hydrogène.)

2. In einigen zu Anfang des vorigen Jahrhunderts erſchienenen chemiſchen Werken findet man ſchon unbeſtimmte Angaben über die Erzeugung und Verbrennbarkeit des Waſſerſtoffs, aber eigentlich iſt es Cavendiſch dem wir die erſten genau darüber angeſtellten Verſuche verdanken. Anfangs nannte man ihn brennbare Luft, aber ſeit der von den franzöſiſchen Gelehrten vorgenommenen Veränderung der chemiſchen Nomenclatur erhielt er den Namen Waſſerſtoff (Erzeuger des Waſſers).

3. Eigenſchaften. Dieſer Körper kommt immer gasförmig vor, er iſt farblos, ohne Geruch und Geſchmack. Seine Dichtigkeit nach der Angabe von Berzelius und Dulong iſt 0,0687. Man findet 0,0688, wenn man ſie aus der Zuſammenſetzung des Waſſers herleitet. Es geht hieraus hervor, daß die Luft wenigſtens 14 mal ſchwerer iſt, als dieſes Gas, und hierdurch erklären ſich viele ſeiner Eigenſchaften, beſonders ſeine Anwendung bei Luftreiſen. Dieſer Unterſchied der Dichtigkeit geſtattet den in einem Gefäße enthaltenen Waſſerſtoff in ein anderes mit Luft angefülltes zu verſetzen. Man nehme zu dem Ende zwei Gefäße mit gleichweiten Öffnungen und füge Letztere genau auf einander, nachdem man das untere vorher mit Luft, das obere mit Waſſerſtoff angefüllt hat. Kehrt man ſie nun behutſam um, ohne ſie zu trennen, ſo daß das, die Luft enthaltende nach oben, und das den Waſſerſtoff einſchließende nach unten zu ſtehen kommt, ſo wird man finden, daß beide Gaſe ſich wechſelſeitig verdrängen und das obere Gefäß faſt allein Waſſerſtoff aufnimmt, der ſich bei Berührung mit einer brennen-

den Kerze entzündet, während ſich in dem untern faſt nur reine Luft vorfindet, worin die Kerze ruhig brennt.

Der Verſuch gelingt am beſten, wenn das Gefäß, welches den Waſſerſtoff enthält, kleiner als das andere iſt.

Der Waſſerſtoff löſcht brennende Körper aus. Um ſich davon zu überzeugen, braucht man nur ein großes Gefäß mit dem Gaſe zu füllen und eine angezündete Kerze hinein zu tauchen, doch mit der Vorſorge, dem Glaſe eine ſolche Lage zu geben, daß ſeine Öffnung ſtets nach Unten gerichtet iſt, weil ſonſt das Gas entweichen und ſich in der Atmosphäre verbreiten würde. Die erſte Gasſchicht fängt Feuer, weil ſie ſich in Berührung mit der Luft befindet; aber indem man die Kerze höher eintaucht, verlöſcht ſie. Zieht man ſie zurück, ſo entzündet ſie ſich wieder, weil ſie durch die brennende Gasſchicht kommt und ſo fort. Wenn das Gefäß geräumig iſt, ſo kann man dieſe Erſcheinung fünf bis ſechsmal von Neuem hervorbringen.

Das Waſſerſtoffgas verändert ſich nicht bei der allerhöchſten Temperatur und ſelbſt durch den ſtärkſten Druck wird es nicht tropfbar flüßig. Licht und Elektrizität äußern keine Wirkung darauf. Seine lichtbrechende Kraft verglichen mit der der Luft iſt 0,470; ſeine Wärmekapazität kommt mit der anderer Gaſe überein, aber ſein Vermögen, die Wärme zu leiten, iſt ſtärker als das der übrigen Gaſe.

4. Bereitungsart. Um ſich Waſſerſtoffgas zu verſchaffen, benutzt man die Zuſammenſetzung des Waſſers, wovon 100 Theile aus 11,10 dieſes Körpers und 88,90 Sauerſtoff beſtehen; letzterer trennt ſich ſehr leicht, vermöge der Begierde, womit er ſich mit vielen andern Körpern und namentlich mit einigen Metallen verbindet.

Man kann eine große Menge reines Waſſerſtoffgas gewinnen, wenn man einen Flintenlauf, in welchen man Eiſendrehſpäne gebracht hat, quer durch einen Ofen legt, an dem einen Ende deſſelben eine zur Hälfte mit Waſſer angefüllte Retorte und an dem andern eine gekrümmte Röhre anpaßt, die zum Auffangen des Gaſes beſtimmt iſt.

Sobald das eiſerne Rohr zum Glühen gebracht und das Waſſer bis zum Siedpunkte erhitzt iſt, wird der Dampf

dieſer Flüſſigkeit gezwungen durch die glühenden Drehſpäne zu bringen; hier aber zerſetzt er ſich, erzeugt Eiſenoxyd, das in dem Rohre bleibt und Waſſerſtoffgas, welches ſich entbindet und in mit Waſſer gefüllten Flaſchen geſammelt werden kann. Das zuerſt aufgefangene, da es durch die Luft des Apparats verunreinigt iſt, muß freigelaſſen werden; aber nachdem man zwei bis drei Liter verloren hat, ſo bekommt man reinen Waſſerſtoff, der alle erwähnten Eigenſchaften beſitzt.

5. Gewöhnlich bedient man ſich dieſes Verfahrens nicht, um ſich das Waſſerſtoffgas zu einer Menge chemiſcher Verſuche zu verſchaffen, wobei man es heut zu Tage anwendet. Man gewinnt es zwar auch mittelſt eines Metalls aus dem Waſſer, aber man operirt in der Kälte, und begünſtigt die Zerſetzung durch die Gegenwart einer Säure. Der Verſuch geht äußerſt leicht vor ſich. Man nimmt eine Flaſche von einem Liter, mit zwei Öffnungen (Taf. 4, Fig. 12); an einer derſelben bringt man eine gekrümmte Röhre an, um das Gas aufzufangen, an der anderen eine gerade Röhre von 3 Millimeter Durchmeſſer, welche bis auf den Boden des Gefäßes hinabgeht und die ſich außerhalb 12 bis 15 Centimeter erhebt. Man bringt in die Flaſche 40 bis 50 Gramme Zink und eine hinlängliche Menge Waſſers, um ſie bis zu Zweidrittel anzufüllen. Nachdem alles auf die Weiſe vorbereitet iſt, gießt man allmählig durch die gerade Röhre concentrirte Schwefelſäure bis auf den Grund des Gefäßes; man nimmt ein lebhaftes Aufbrauſen wahr und Waſſerſtoffgas entwickelt ſich durch die gekrümmte Röhre. Aufbrauſen und Gasentbindung dienen, um die Operation zu reguliren und zeigen den Augenblick an, wo es nöthig iſt wieder Säure zuzufügen, um die Erzeugung des Gaſes zu befördern, oder einzuhalten, wenn man Grund hat zu befürchten, daß ſie zu heftig werden möchte. Das Gas wird über Waſſer aufgefangen und darf als rein angeſehen werden, wenn man die Vorſicht gebraucht hat, die erſten Liter weggehen zu laſſen. Dieſer Verſuch kann auch ſehr leicht mit einer Retorte vorgenommen werden, an der man eine gebogene Röhre befeſtigt; aber dann muß man zu gleicher Zeit Zink, Waſſer und Säure hineinbringen und das Gas auffangen.

6. Die Produkte dieſer Operation ſind allemal: Waſſerſtoff und eine Auflöſung von ſchwefelſaurem Zink, deren Erzeugung von einer ziemlich beträchtlichen Wärmeentbindung begleitet iſt. Das Waſſer wird offenbar zerſetzt, ſein Sauerſtoff verwandelt das Zink in Oxyd, das mit der angewendeten Schwefelſäure zuſammentritt, und ſein freiwerdender Waſſerſtoff entwickelt ſich als Gas.

Vermittelſt der atomiſtiſchen Theorie kann man das Zahlenverhältniß der angewendeten Stoffe, ſo wie der erhaltenen Produkte auf folgende Weiſe anſetzen:

Angewendete Atome.

2 Waſſer	112,48
1 Zink	403,23
1 waſſerfreie Schwefelſäure	501,16

Hervorgebrachte Atome.

2 Waſſerſtoff		12,48
1 Zinkoxyd	1 ſchwefelſaures Zinkoxyd	1004,39
1 waſſerfreie Schwefelſäure		

7. Bemerken wir gleichwohl, daß, um das Zink vollkommen aufzulöſen, es jedesmal nöthig iſt, einen Überſchuß von Säure zuzuſetzen. Statt des Zinks gebraucht man zuweilen ein wohlfeileres Metall, nämlich Eiſen im Zuſtande von Feil- oder Drehſpänen, auch als Drath oder kleine Nägel. In dieſem Falle bildet ſich Waſſerſtoff und ſchwefelſaures Eiſenoxydul; jedoch dieſes Verfahren, deſſen man ſich in den Laboratorien nur ſelten bedient, erfordert einen viel größeren Überſchuß von Säure, als das vorhergehende, weil das Eiſen nicht ſo leicht als das Zink angegriffen wird. Verfahrungsart und Theorie ſind übrigens den vorherbeſchriebenen ähnlich. Man darf nur an die Stelle des Zinks in obiger Berechnung das Gewicht von 1 Atom Eiſen ſetzen.

8. Es iſt indeſſen durchaus nöthig zu bemerken, daß das vermittelſt der Schwefelſäure erhaltene Gas niemals ſehr rein iſt. Seine Dichtigkeit iſt größer. Biot und Arago fanden ſie zu 0,0732. Es beſitzt einen ſtarken, einigermaßen knoblauchartigen Geruch, ähnlich dem des Phosphors. Dieſe Verſchiedenheit ſcheint von der Gegenwart

einer kleinen Menge eines öhligten Stoffes herzurühren, welchen man von dem Gaſe abſondern kann, entweder mit Hülfe von Alcohol, der ihn auflößt, oder durch Ätzkali, das ſich mit denſelben verbindet. Die beſte Art, das auf die Weiſe erhaltene Waſſerſtoffgas zu reinigen, beſteht folglich darin, es mit einer kräftigen Salzbaſe in Berührung zu ſetzen. Es gelingt ſehr gut mit Ätzkali in feuchten Bruchſtücken; wiewohl man mit dem nämlichen Erfolge auch eine concentrirte Auflöſung dieſes Körpers benutzen kann. Oft hat man reines und trockenes Waſſerſtoffgas nöthig, und dann verſchafft man es ſich leicht vermittelſt eines Gefäßes, (Taf. 3. Fig. 5.) das angefeuchtetes Kali in ſeinem unteren Theile und kleine Stücke von trockenem Ätzkalk im oberen Theile enthält. Man läßt das Gas durch eine lange Röhre an den Boden des Gefäßes gelangen; das feuchte Kali entzieht ihm ſein Öhl und der trockene Kalk ſein hygrometriſches Waſſer, dann geht es durch eine zweite Röhre, deren Öffnung ſich unmittelbar unter dem Stöpſel im Gefäße befindet, in den Apparat, dergeſtalt gereinigt, ſey es nun vermittelſt Alcohol oder Ätzkali, verliert der Waſſerſtoff ſeinen Geruch und wird leichter.

Es wurde bereits angeführt, daß dieſes Gas über Waſſer geſammelt werden kann, da es nicht merklich auflöslich in dieſer Flüſſigkeit iſt.

Nach Theodor von Sauſſure verſchlucken 100 Raumtheile gekochtes Waſſer 4,5 Waſſerſtoff, und dieſe Angabe ſcheint ſogar noch zu ſtark. Man kann mithin ohne Schwierigkeit das Waſſerſtoffgas über Waſſer ſammeln, allein es darüber lange Zeit aufzubewahren, ohne daß es ſich verändert, iſt unmöglich. Das Waſſer enthält unter gewöhnlichen Umſtänden immer etwas Luft und hat man es davon befreit, ſo zieht es, ſobald die Berührung mit ihr wieder hergeſtellt iſt, ſehr ſchnell diejenige Menge wieder an, welche es aufnehmen kann. Läßt man folglich eine Glocke voll von Waſſerſtoff über einer mit Waſſer gefüllten Wanne ſtehen, ſo verunreinigt ſich das Gas bald, denn ſo wie es ſich im Waſſer auflößt, vertreibt es die darin enthaltene Luft; dieſe aber mengt ſich mit dem zurückbleibenden Waſſerſtoffgas. Dieſe Wirkung findet ſo ſchnell ſtatt, daß eine Glocke mit Waſſer-

ſtoffgas, welches über gewöhnlichem Waſſer aufgefangen wurde, nach Verlauf von ein oder zwei Stunden mit einigen Hunderttheilen Luft verunreiniget iſt. Man verhütet einen ſolchen Wechſel ſehr gut, wenn man das Gas über friſch ausgekochtem Waſſer auffängt, und in die Glocken eine 1 oder 2 Centimeter dicke Lage von Öhl dringen läßt, um die Berührung zwiſchen Waſſer und Gas zu verhindern.

Beſſer noch iſt es, den Waſſerſtoff über gekochtem Waſſer oder über Queckſilber in Flaſchen mit eingeriebenen Glasſtöpſel aufzufangen und ſie ſorgfältig zu verſchließen, indem man den Stöpſel ſelbſt mit etwas Talg umgiebt. Gleichwohl iſt es in jedem Falle gut, nur ſolches Gas zu gebrauchen, das kurz vorher bereitet worden war, da man ſich leicht in einigen Minuten große Mengen davon verſchaffen kann.

In Blaſen läßt ſich das Waſſerſtoffgas auf längere Zeit eben ſo wenig wie über Waſſer aufbewahren, indem ſie immer porös genug ſind, um ſehr bald einen Wechſel zwiſchen der äußeren Luft und dem eingeſchloßenen Gaſe zu geſtatten. Ein Antheil Waſſerſtoff entweicht, eine entſprechende Menge Luft erſetzt ihn, und wenn man nicht die Vorſicht gebraucht, die Blaſen erſt in demſelben Augenblick zu füllen, in welchem man das Gas anwenden will, ſo iſt man ohne allen Zweifel ſehr ſtarken und gefährlichen Detonationen ausgeſetzt.

9. Benutzung. Der Waſſerſtoff ſpielt eine große Rolle bei Naturerſcheinungen. Er vereinigt ſich mit ſehr vielen Körpern; er bildet einen Beſtandtheil des Waſſers, man trifft ihn in den meiſten organiſchen Stoffen, und er beſitzt dermaſſen kräftige und eigenthümliche Eigenſchaften, daß es keinen andern einfachen Körper giebt, welchem er, in einer auf chemiſche Eigenſchaften ſich gründenden Klaſſification, nahe geſtellt werden könnte. Seine Anwendungen im Zuſtande der Reinheit ſind nicht zahlreich. Er iſt den Chemikern ein ſehr nützliches Reagens bei den Analyſen ſolcher Gaſe, die Sauerſtoff enthalten; wird ferner gebraucht um ſich durch Zerſetzung der Oxyde ſehr reine Metalle zu verſchaffen, indem er erſteren in ſehr vielen Fällen bei erhöhter Temperatur ihren Sauerſtoff entzieht, und ſeine Leichtigkeit eignet ihn ganz beſonders um Ballone zu füllen, die man in die Luft treiben will.

Letzteres iſt die einzige ſeiner Benutzungen, welche wir hier betrachten wollen; alle übrigen finden ihre Stelle in andern Abtheilungen dieſes Werkes.

10. Die jetzt gebräuchlichen Luftſchiffe ſind große kugel- oder eiförmige Säcke von gefirnißten Taffet.

Der Firniß iſt nothwendig, um das Waſſerſtoffgas zu verhindern, durch die Zwiſchenräume des Gewebes zu entſchlüpfen. Dieſe Säcke ſind unten offen um das Gas einzulaſſen; an ihren obern Theile ſind zwei oder drei Klappen angebracht, die der Luftſchiffer vermittelſt eines Fadens nach Belieben öffnen kann; ſie geſtatten dem Gaſe einen Ausweg, das, indem es in die Luft entweicht, die Leichtigkeit des Ballons verringert und dadurch ſeine aufſteigende Bewegung mäßigt, oder ihn nöthigt gegen die Erde zu ſinken.

Bei der Konſtruction der Luftſchiffe haben wir zu berückſichtigen: die Hervorbringung des Gaſes und die Bekleidung der Hülle. Alles Übrige gehört nicht zum Zwecke dieſes Werkes.

11. Die Erzeugung des Gaſes ſtützt ſich auf die Grundſätze, welche wir ſchon auseinander geſetzt haben. Nur muß man, weil mehr im Großen gearbeitet wird, die Flaſchen mit Fäſſern vertauſchen, deren oberer Boden mit Löchern verſehen iſt, um den Röhren den Eingang zu geſtatten. In jedes Faß (Taf. 6. Fig. 1.) wird eine angemeſſene Menge von Eiſenfeilſpänen oder beſſer von Eiſenblech-Schnitzeln gebracht. An jedem iſt eine gerade Röhre von Blei angebracht, um die Säure einzugießen, und eine andere ebenfalls bleierne Röhre, um das Gas unter eine gemeinſchaftliche Glocke zu leiten, die anfangs mit Waſſer angefüllt iſt. Von der Spitze der Glocke, welche von gefirnißten Weißblech oder auch von Holz ſeyn kann, geht ein lederner Schlauch aus, der das Gas in den Ballon führt. Die einzige Vorſicht, welche man gebrauchen muß, beſteht darin, in der Glocke einen leichten Druck zu erhalten und dieſer iſt allemal vorhanden, wenn die äußere Waſſerfläche etwas höher ſteht, als die innere. Einige vorläufigen leicht anzuſtellenden Verſuche zeigen ob alle dieſe einzelnen Bedingungen erfüllt ſind. Um die Glocke feſt zu halten belaſtet man ſie mit Gewichten, ſie ruht auf-

ſerdem auf dem Grunde des Waſſerbehälters und iſt unten mit Ausſchnitten verſehen, um die Gasröhren einzulaſſen.

Man muß, wie ſchon bemerkt worden iſt, bei dem Gebrauche des Eiſens einen ziemlich beträchtlichen Überſchuß von Säure anwenden; wollte man alſo die theoretiſchen Angaben hier genau befolgen, ſo würde man nothwendig in den größten Irrthum verfallen. Man findet durch den Verſuch daß 3 Kilog. Eiſen und 5 Kilog. Schwefelſäure des Handels wenigſtens einen Kubikmeter Gas liefern. Hieaus zieht man als Folge für die Praxis, daß wenn man den innern Raum des Ballons in Kubikmeter ausdrückt, dieſes Maaß V dienen kann, um bequem das Gewicht der anzuwendenden Stoffe zu beſtimmen.

$V \times 3 =$ Gewicht des Eiſens in Kilogrammen.

$V \times 5 =$ Gewicht der Schwefelſäure in Kilogrammen.

$V \times 30 =$ Gewicht des Waſſers, ebenfalls in Kilogram.

Geben wir ein Beiſpiel. Geſetzt ein Ballon habe 10 Meter Durchmeſſer und 523,6 Kubikmeter Inhalt, ſo ſind ungefähr erforderlich

Anzuwendende Stoffe.			Produkte.
1570	Kilog.	Eiſen.	523,6 Kubickmeter Waſſerſtoffgas.
2618	—	Schwefelſ.	
15708	—	Waſſer	8000 Kilog. kryſtalliſirtes ſchwefelſaures Eiſenoxydul.

Nach der Theorie müßten zwar ſchon 1418 Kilog. Eiſen hinreichen, um dieſe Gasmenge zu erhalten, allein die Erfahrung lehrt, daß 150 Kilog. mehr erforderlich ſind und beſſer iſt es, noch mehr als weniger anzuwenden, um eine langſame Gasentbindung möglichſt zu vermeiden, da dieſe wegen der Durchdringlichkeit der Hülle großen Gasverluſt nach ſich zieht und ohnedieß ſehr läſtig iſt, wenn man öffentliche Verſuche anſtellt.

Übrigens zieht man aus den Fäßern ſaures ſchwefelſaures Eiſen, das man in Pfannen von Eiſen, Kupfer oder Blei *) mit Feilſpänen oder Abfällen von Eiſen erhitzt, um

*) Bleierne Pfannen ſind zu dem Endzwecke die beſten, weil ſie allein der Einwirkung der Schwefelſäure widerſtehen, während Pfannen aus Kupfer oder Eiſen ſtets angegriffen werden. E.

den Säureüberſchuß zu ſättigen. Man läßt es dann kryſtalliſiren und bringt *) es in den Handel, wodurch ein Theil der Unkoſten gedeckt wird. Es würden beinahe keine Unkoſten erwachſen, wenn man ſich die Säure in ſo verdünntem Zuſtande verſchaffen könnte, wie ſie angewendet werden muß, indem ſie die Koſten des Concentrirens noch nicht getragen hat. In der That giebt es ſogar Fabriken, welche ſchwefelſaures Eiſenoxydul mit Gewinn aus Eiſen und verdünnter Schwefelſäure bereiten.

12. Nachſtehende Tabelle giebt eine Überſicht vom Inhalt und Durchmeſſer einiger Ballone, ſo wie ihre übrigen Verhältniße nach Francoeur (Dict. technol. t. I. p. 179).

Durchmeſſer in Meter.	Inhalt in Kubikmeter.	Oberfläche in Quadratmet.	Kilogramme, die das Gas empor heben kann.	Gewicht der Hülle in Kilogrammen.	Aufſteigende Kraft oder Gewicht der Belaſtung.
1 **)	0,52	3,14	0,62	0,78	0,16
2	4,19	12,57	5,03	3,14	1,89
4	33,51	50,27	40,21	12,57	27,65
6	113,10	113,10	135,72	28,27	107,44
7	179,59	153,94	215,51	38,48	177,03
8	268,08	201,06	321,70	52,01	269,69
9	381,70	254,47	458,04	63,62	394,42
10	523,60	314,16	628,32	78,54	549,78
11	696,91	380,13	836,29	95,03	741,26
12	904,78	452,39	1085,74	113,10	972,84
13	1150,35	530,93	1380,42	132,73	1247,69

*) Unternehmer ſolcher Luftreiſen müßen vorher berechnen, ob es vortheilhafter iſt, den Waſſerſtoff mit Eiſen oder Zink zu bereiten. Es kommt namentlich hierbei in Betracht, wie der Rückſtand zu verkaufen ſein würde. Zink iſt vorzuziehen, wenn es vorzüglich darauf ankommt, das Waſſerſtoffgas ſchnell zu bereiten. Während meiner Anweſenheit in Paris ſtieg Demoiselle Garnerin mit einem Luftballon auf. Zur Füllung deſſelben wurde Zink angewendet. Das in Auflöſung erhaltene ſchwefelſaure Zink wurde für 4000 Franken an eine chemiſche Fabrik verkauft, deren Eigenthümer mir verſicherte, daß noch 50 pr. Cent. daran verdient würden. Möge dieß einen Begriff von den bedeutenden Koſten geben, welche eine ſolche Luftreiſe verurſacht. E.

**) Ein Ballon von 1 Meter im Durchmeſſer würde ſich alſo nicht erheben können, wenn er aus einem Taffet von derſelben Dicke verfertigt wäre, wie bei den andern vorausgeſetzt wird. Man macht dieſe kleinen Ballone gewöhnlich aus Goldſchlägerhäutchen; ſie wiegen ungefähr 80 Grammen und beſitzen folglich eine aufſteigende Kraft von 540 Gr.

Innerer Raum, Oberfläche und Durchmeſſer laſſen ſich auf den gewöhnlichen geometriſchen Wege *) berechnen, was auch immer die Daten ſeyn mögen, von denen man ausgeht. Die übrigen Bemerkungen, welche dieſe Tafel enthält, gründen ſich auf ſehr einfache Betrachtungen.

Ein Kubikmeter Luft bei mittlerer Temperatur und mittlerem Luftdruck wiegt ungefähr 1300 Gr. Ein gleiches Maaß unreines und feuchtes Waſſerſtoffgas kann nicht mehr als etwa 100 Gr. wiegen: der Unterſchied oder 1200 Gr. iſt ſomit das Gewicht, welches 1 Kubikmeter Waſſerſtoff in der gewöhnlichen Luft im Gleichgewicht halten kann. Der Umfang des Ballons in Kubikmeter ausgedrückt, und multiplicirt mit 1,2 giebt folglich die Anzahl von Kilogrammen, welche der Ballon tragen kann.

Anderſeits ſchätzt man das Gewicht eines Quadratmeters gefirnißten Taffet, deſſen man ſich bei Verfertigung der Ballone bedient auf 250 Gr. oder $\frac{1}{4}$ Kilog. Alſo die Zahl, welche die Oberfläche in Quadratmetern ausdrückt, durch 4 dividirt, giebt das Gewicht des Taffets in Kilogrammen.

Endlich der Unterſchied zwiſchen dem Gewichte, welches das Gas zu tragen vermag, und dem der Hülle drückt die Ladung aus, womit man den Ballon beſchweren kann, als Tauwerk, Nachen, Geräthſchaften, Menſchen, Balaſt u. ſ. w. wobei nicht außer Acht gelaſſen werden darf den Ballon mit 2 bis 3 Kilogrammen weniger zu belaſten, als er im Stande iſt zu tragen, damit ihm eine hinreichende Kraft zum Aufſteigen bleibt; und da es von der größten Wichtigkeit iſt, die aufſteigende Kraft zu kennen, ſo iſt es zweckmäßig ſie im Augenblicke der Abreiſe vermittelſt einer auf der Erde befeſtigten Schnellwage zu meſſen, denn die im Vorhergehenden entwickelten Rechnungen ſind alle nur annähernd und können außerdem durch das zufällige Eindringen von etwas Luft in den Ballon oder durch irgend eine andere Urſache verändert werden.

---

*) Ich führe hier die erforderlichen Formeln an: das Verhältniß π des Umkreiſes zum Durchmeſſer iſt gleich 3,14159 oder beinahe $\frac{22}{7}$. Die Oberfläche der Kugel, $S = \pi D^2$ und ihr innerer Raum, $V = \frac{\pi D^3}{6}$; wenn man unter D den Durchmeſſer vorſtellt.

Als der Gebrauch der Ballone eingeführt wurde, pflegte man ihnen eine viel bedeutendere aufſteigende Kraft zu laſſen, von 50 bis 60 Kilog. und ſelbſt noch mehr. Aber man ſieht leicht ein, daß dieſer Überſchuß unnütz iſt, ja daß er ſelbſt gefährlich werden kann, denn es iſt in allen Fällen beſſer, ſich ſehr reichlich mit Ballaſt zu verſehen, der abgeworfen werden kann, als gezwungen zu ſeyn, zwecklos eine bedeutende Menge Gas fortzulaſſen.

13. Ein verſtändiger Luftſchiffer muß ſich allmählig erheben und niederlaſſen. Erſteres kann er leicht, wenn er mit ſchwacher aufſteigender Kraft abgeht; und um ſich wieder herabzuſenken, braucht er nur auf einige Augenblicke die Klappe zu öffnen, wodurch der Fall des Ballons bewirkt wird. Da dieſer Fall mit beſchleunigter Schnelligkeit vor ſich geht, ſo wird, um letztere zu mäßigen, der eingenommene Ballaſt unumgänglich nöthig. Er wirft nach und nach einen Theil davon weg und es gelingt ihm bei Beobachtung dieſer einfachen Vorſichtsmaaßregel ſehr langſam herabzuſteigen; er kann ſich ſogar wieder erheben, wenn der Ort unter ihm einige Gefahr darbieten ſollte, um in einer gelegneren Gegend wieder herab zu ſinken. Der Gebrauch des Ballaſt und der der Klappe ſind im Allgemeinen die einzigen Hülfsmittel, die der Luftſchiffer zu ſeiner Verfügung hat, jedoch ſie ſind hinreichend, wenn ſie zweckmäßig angewendet werden. Bei ſtürmiſchen Wetter, oder in dem Augenblicke, wo die Atmosphäre durch Wind bewegt wird, deren Richtung in verſchiedenen Höhen veränderlich ſeyn kann, darf ein vorſichtiger Luftſchiffer nie die Auffahrt verſuchen.

Es iſt von größter Wichtigkeit, im Augenblicke der Abfahrt den Ballon nicht ganz mit Gas anzufüllen. Durch Vernachläſſigung dieſer ſo einfachen Vorſichtsmaaßregel haben ſich Luftſchiffer den äußerſten Gefahren ausgeſetzt. In dem Maaße, als ſich nämlich der Ballon erhebt, nimmt der Druck der ihn umgebenden Luft ab, und der Umfang des eingeſchloßnen Gaſes vermehrt ſich. Man muß alſo dieſes Gas verlieren oder ſich der Gefahr ausſetzen, die Hülle zu Folge der durch dieſe Ausdehnung hervorgebrachten Gewalt zerreiſſen zu ſehen. Beſſer iſt es ohne Zweifel den Ballon nur

zur Hälfte oder höchſtens zu zweidrittel anzufüllen, vorausgeſetzt, daß er dadurch immer die zum Aufſteigen erforderliche Kraft giebt. Nach Maaßgabe ſeiner Erhebung dehnt ſich ſeine Hülle allmählig aus, da aber das Verhältniß der Dichtigkeiten des Waſſerſtoffs und der Luft unter dem nämlichen Druck immer gleich bleibt, ſo folgt, daß die Bedingungen des Gleichgewichts der Maſchine ſich nicht ändern, ſowie auch im Allgemeinen hierdurch nichts verändert wird, welchen Veränderungen in Abſicht auf Höhe und Ladung auch immerhin der Luftſchiffer ſeinen Apparat unterwerfen mag.

Aus dem Vorhergehenden ergiebt ſich, daß ein Luftſchiffer richtige Begriffe von der Phyſik haben muß, wenn er ſich nicht den ſchrecklichſten Gefahren ausſetzen will. Sehr gewandte Phyſiker, Charles, Biot und Gay-Luſſac haben Luftreiſen unternommen; und ohne Gefahr oder Störung führten ſie dieſelben aus, indem ſie zugleich mit ſchwierigen und wichtigen wiſſenſchaftlichen Beobachtungen beſchäftigt waren, während viele andere Leute, die nur auf ihre eigene Sicherheit zu denken hatten, Opfer ihrer Unwiſſenheit oder Unvorſichtigkeit geworden ſind.

Eine Geſchichte der äroſtatiſchen Reiſen würde nicht in den Plan dieſes Werkes gehören. Man findet ſie ſehr ausführlich in der Encyclopédie méthodique (Ballons); und die einzige wirklich wichtige Auffahrt ſeit dieſem Zeitraume iſt die von Gay-Luſſac, theils wegen der äußerſten Höhe, zu welcher er gelangt iſt (7000 Meter), theils wegen der Thatſachen, womit er dadurch die Wiſſenſchaft bereichert hat. (Traité de physique von Biot; Annales de chim. Tom. LII. pag. 75) *).

Die Hülle der Ballone beſteht aus Taffet, der mit Firniß, welcher aus einem fetten, trocknendem Öhle und Terpentinöhl bereitet worden, überzogen iſt. Früher gebrauchte man dazu Kopalfirniß oder eine Auflöſung von Kaoutſchuck. Wir wollen dieſe verſchiedenen Methoden näher betrachten, wenn die Rede von den Firniſſen ſeyn wird.

---

*) Ganz neuerdings kam es in Frankreich wieder zur Sprache, die Luftballone im Kriege zu benützen und zwar namentlich in vom Feinde engeingeſchloſſenen Feſtungen, um bei günſtigem Winde Nachrichten aus der Feſtung geben zu können. E.

Capitel II.

Sauerſtoff. Waſſer. Oxydirtes Waſſer.

(Synonyme. Lebensluft, Feuerluft, dephlogiſtiſirte Luft. Lat. Oxygenium. Franz. Oxigène.)

Sauerſtoff.

14. Eigenſchaften. Der Sauerſtoff im Zuſtande der Reinheit iſt immer gasförmig; er iſt geruch- und geſchmacklos. Seine Dichtigkeit nach Berzelius und Dulong iſt 1,1026; ſein Vermögen die Lichtſtrahlen zu brechen nach Dulong 0,924.

Wärme, Elektrizität und Licht ſind ohne Wirkung auf ihn. Das Gewicht ſeines Atoms iſt in den von den meiſten Chemikern benutzten Tafeln als Einheit geſetzt. Wir nennen es gleich 100.

Der Sauerſtoff kann über Waſſer oder über Queckſilber aufgefangen werden. Im Waſſer iſt er wenig auflöslich; 100 Maaß dieſer Flüſſigkeit nehmen nur 3,5 Maaß davon auf. Eine Glocke voll Sauerſtoff, die man über einer Waſſerwanne ſtehen läßt, würde bald verunreinigt ſeyn, durch den Stickſtoff der im Waſſer aufgelöſt iſt und aus ſeiner Stelle verdrängt wird. Man muß daher dieſes Gas in verſchloßenen Gefäßen aufbewahren.

Wird Sauerſtoffgas in einer Pumpe von Glas zuſammengepreßt, ſo verliert es ſeine elaſtiſche Form nicht; iſt aber der Druck ſtark und plötzlich, ſo wird es leuchtend.

Eine der merkwürdigſten Eigenſchaften dieſes Gaſes iſt ohne Zweifel, daß es die Verbrennung der Körper ungemein leicht bewirkt. Man nehme ein Gefäß voll Sauerſtoff und tauche eine Kerze hinein, die unmittelbar vorher ausgelöſcht worden war und deren Docht noch einige glimmende Punkte darbietet; augenblicklich wird ſie ſich wieder entzünden und eine viel lebhaftere Entwicklung von Licht und Wärme hervorbringen, als wenn dieſes Verbrennen in der atmoſphäriſchen Luft ſtatt

fände. Man benutzt öfters dieſe Eigenſchaft, um Sauerſtoff von andern Gaſen zu unterſcheiden; dieſes läßt ſich ſtets anwenden, ſo lange man nicht Urſache hat, die Bildung von Stickſtoffoxydul zu vermuthen, welches mit ihm dieſe Eigenſchaft gemein hat, aber ſie nicht in einem ſo hohen Grade beſitzt.

Die Erklärung dieſer Erſcheinung iſt leicht. Die fetten Körper, wie z. B. der Talg der Kerze, beſtehen aus einer beträchtlichen Menge Kohlenſtoff und Waſſerſtoff und etwas Sauerſtoff. Sie können nur dann brennen, wenn ſie eine erforderliche Menge Sauerſtoff finden, um ihren Waſſerſtoff in Waſſer und ihre Kohle in Kohlenoxyd oder Kohlenſäure zu verwandeln. Gewöhnlich ziehen ſie dieſen Sauerſtoff aus der Luft, die ungefähr ein Fünftheil ihres Umfangs davon enthält. Verſetzt man ſie dagegen in reinen Sauerſtoff, ſo finden ſie demnach in einem gleich großen Raume eine fünffache Menge dieſes Gaſes, mithin muß die entbundene Wärme viel ſtärker, nnd die Verbrennung bedeutend lebhafter ſeyn.

15. Benützung. Die Anwendungen des Sauerſtoffs ſind zahlreich und mannigfaltig; er iſt von der größten Wichtigkeit für das Studium der Chemie. Um ſich davon einen Begriff zu machen, erwähnen wir nur beiläufig, daß dieſes Gas einen weſentlichen Beſtandtheil der Atmosphäre ausmacht; welche unſern Erdball nmgiebt; daß es ein Hauptbeſtandtheil des Waſſers iſt; daß es ferner in die Zuſammenſetzung des größeren Theils der Mineralſtoffe eingeht, welche die uns bekannte Erdrinde ausmachen; endlich daß es in den meiſten der Thier- und Pflanzenſtoffen angetroffen wird und daß es zum Fortbeſtehen aller lebendigen Weſen auf der Oberfläche des Erdballs durchaus unentbehrlich iſt. Fügen wir noch hinzu, daß der Sauerſtoff in den mehrſten der Verbindungen, welche die Chemiker bis auf den heutigen Tag mit Sorgfalt unterſucht haben, die hauptſächlichſte Rolle ſpielt, ſo wird man ſich leicht überzeugen, wie nothwendig es iſt, in der Chemie dieſem Stoffe und allem was in unmittelbarer Beziehung zu ihm ſteht, eine ganz beſondere Aufmerkſamkeit zu ſchenken.

Es wurde im Jahre 1774 von Prieſtley und beinahe um die nämliche Zeit von Scheele entdeckt; aber Lavoiſier iſt es, dem wir eine genaue Kenntniß ſeiner Eigenſchaften verdanken.

Obſchon der Sauerſtoff ein ſehr kräftiges Agens iſt, ſo iſt er doch in den Künſten noch nicht geradezu angewendet worden. Wir wollen jedoch einige Umſtände anführen, worin er mit Erfolg angewendet werden könnte. Wir ſchreiten deshalb zu einer Darſtellung der Verfahrungsarten, wodurch man ſich dieſes Gas verſchaffen kann.

16. Bereitungsart. Wenn man eine ſteinerne Retorte (Taf. 3. Fig. 1 und 3) bis zu Zweidrittel ihres Inhalts mit natürlichen Braunſteinſuperoxyd, das zuvor fein gerieben und ſeines Gehalts an kohlenſaurem Kalk *) beraubt worden war, anfüllt, an ihrem Halſe eine Glasröhre anbringt, die zweckmäßig gebogen iſt und in eine mit Waſſer angefüllte Wanne taucht, und nun allmählig die Temperatur der Retorte bis zum Rothglühen erhöht, indem man ſie in einen Reverberirofen einſetzt, der mit ſeinem Dome verſehen iſt; ſo zeigt ſich bei der erſten Einwirkung der Hitze eine Entbindung von atmosphäriſcher Luft, die von den Gefäßen herrührt; ſie hört aber bald auf, und wenn die Retorte anfängt rothglühend zu werden, ſo ſteigt eine neue Menge von Gas in die zum Auffangen beſtimmten Gefäße. Es kommt in großen Blaſen und ſchnell, wenn die Temperatur erhalten wird, aus der Röhre hervor. Man läßt zwei oder drei Liter davon fortgehen und ſammelt ſodann das Übrige in Glocken oder Flaſchen. Es iſt reiner oder beinahe reiner Sauerſtoff. 500 Gr. käuflicher Braunſtein liefern auf die Weiſe 10 bis 12 Liter Gas.

---

*) Das natürliche Braunſteinſuperoxyd enthält oft kohlenſauren Kalk. Man befreit es davon, indem man es pulvert, mit Waſſer zuſammenrührt und in das Gemenge ſo lange Chlorwaſſerſtoffſäure gießt, bis alles durch Entwicklung der Kohlenſäure verurſachtes Aufbrauſen aufhört. Man verſäumt oft dieſe Vorſicht und dann muß man das erhaltene Gas mit etwas Waſſer, worin man gebrandten Kalk eingerührt hat, auswaſchen. Man bringt nämlich dieſe Flüſſigkeit in die Flaſchen und ſchüttelt ſodann leztere einige Augenblicke hindurch heftig. Alle Kohlenſäure wird von dem Kalke verſchluckt und erzeugt wieder kohlenſauren Kalk, der in dem Waſſer ſchwebend bleibt.

Die Operation iſt beendigt, wenn, indem die Retorte noch rothglüht, die Gasentbindung ſich nicht mehr fortſetzt, oder auch nur mit großer Langſamkeit vor ſich geht.

Der Braunſtein wird durch dieſes Verfahren nicht vollſtändig zerſetzt. Er wird ſelbſt nicht ganz in den Zuſtand von Oxydul zurückgeführt. Die Produkte des Verſuchs laſſen ſich auf folgende Weiſe in Atomen vorſtellen:

Angewendete Atome.		Hervorgebrachte Atome.	
3 Braunſteinſuperoxyd	1667,34	2 Braunſteinoxydul	911,56
		1 Braunſteinſuperoxyd	555,78
		2 Sauerſtoff . . .	200,00

So oft ein Antheil Superoxyd durch Verluſt ſeines Sauerſtoffs in den Zuſtand von Oxydul übergeht, ſcheint ſich letzteres mit einem Theile des ihm zunächſt liegenden Superoxyds zu verbinden und dadurch die Zerſetzung deſſelben zu verhindern. Wenigſtens ſcheint es unmöglich dieſen Körper mehr als ein Drittel ſeines Sauerſtoffgehalts zu entziehen, welcher Temperatur man ihn auch ausſetzen mag.

17. Man kann das Sauerſtoffgas auch auf eine andere Art gewinnen. Man bringt in einen Ballon oder in eine Retorte von Glas 50 Gr. gepulverten Braunſtein, 30 Gr. concentrirte Schwefelſäure und 30 Gr. Waſſer, das man in kleinen Mengen zuſetzen muß, indem man jedesmal das Gemenge ſtark umrührt, um die heftige Wärmeentbindung zu vermeiden, welche durch die Berührung des Waſſers mit der Schwefelſäure entſteht. Man erwärmt allmählig das Gemenge und ſammelt das Gas vermittelſt einer gekrümmten Röhre. Nachdem man die Luft der Gefäße und die erſten Portionen des Gaſes hat weggehen laſſen, bekommt man einen reinen Sauerſtoff; bei dieſer Operation bildet ſich ſchwefelſaures Braunſteinoxydul, das aufgelöſt bleibt und alles Superoxyd verſchwindet. Dem zu Folge verliert das benutzte Oxyd die Hälfte ſeines Sauerſtoffs, ſtatt eines Drittels, wie dieß bei der Wirkung der Wärme allein geſchieht. Dieſes Verfahren bietet alſo in ökonomiſcher Hinſicht einigen Vortheil, aber man zieht in den Laboratorien das erſtere vor, weil die Operation wenig Sorgfalt erfordert. Wollte

man die Reſultate dieſes Verſuchs in Atomen darſtellen, ſo müßte man nachſtehende Formel anwenden.

Angewendete Atome.

1 Braunſteinſuperoxyd . . 555,78
1 waſſerfreie Schwefelſäure 501,16

Hervorgebrachte Atome.

1 At. Sauerſtoff 100,00
1 At. ſchwefelſaures Manganoxydul 956,94

18. In Fällen, wo man ſich ſchnell Sauerſtoff verſchaffen will, bedient man ſich am beſten des chlorſauren Kalis. Der hohe Preis dieſes Stoffs macht zwar das Verfahren theurer, aber es iſt immer viel bequemer, als die vorhergehenden, beſonders wenn man nur eine kleine Menge reinen Sauerſtoff nöthig hat. Um es auszuführen, bringt man 8 bis 10 Gr. chlorſaures Kali in eine kleine Glasretorte, an deren Hals eine gebogene Röhre entweder vermittelſt eines Stöpſels oder mit Hülfe einer kleinen Röhre von Kaoutſchuck befeſtigt iſt. Nachdem die gebogene Röhre in die Waſſer oder Queckſilberwanne getaucht worden iſt, erhitzt man die Retorte mit einer Weingeiſtlampe oder einigen glühenden Kohlen. Nach kurzer Zeit ſchmilzt das Salz und es entſteht eine Art von Aufkochen, das durch die Entwicklung des Gaſes bewirkt wird. Es tritt ein Zeitpunkt ein, wo die Maſſe teigartig wird und dann erzeugt ſich das Gas in großer Menge; nachher geht ſie allmählig in den feſten Zuſtand über und bietet ein aufgeblaſenes, löcheriges Anſehen dar; die Gasentbindung wird langſamer und hört ganz auf, obgleich die Retorte roth glüht. Nunmehr iſt die Operation beendigt. Der Rückſtand iſt Chlorkalium, das bei dieſer Temperatur nicht ſchmilzt und deſſen allmählige Bildung ſich durch den Übergang der anfangs ſehr flüſſigen Maſſe in den teigichten und endlich feſten Zuſtand zu erkennen giebt. Die Ergebniße in Atomen ausgedrückt, ſind:

Angewendete Atome.	Hervorgebrachte Atome.
1 Chlorſaures Kali = 1530,55	1 Chlorkalium 930,55
	6 Sauerſtoff 600,00

Man erhält alſo zu gleicher Zeit den Sauerſtoff der Chlorſäure und des Kalis.

Zu bemerken iſt hierbei, daß das chlorſaure Kali häufig mit Chlorkali verunreinigt und daher das gewonnene Gas mit Chlor gemengt iſt. Man kann es aber leicht vermittelſt einer alkaliſchen Auflöſung wegnehmen.

19. Wenn man auf irgend eine Weiſe den Sauerſtoff im Großen anzuwenden Gelegenheit hätte, ſo müßte man ſich um ihn hervorzubringen eines Cylinders von Gußeiſen bedienen, denjenigen ähnlich, welche man zur Bereitung der Salpeterſäure benutzt. Das geglühte Manganſuperoxyd könnte nachher auf andere Art noch benutzt werden; es eignete ſich z. B. um noch Chlor darzuſtellen, allein es würde nur die Hälfte von derjenigen Menge geben, welche es vor der Ausglühung erzeugt hätte.

20. Der Sauerſtoff verbindet ſich mit dem Waſſerſtoff in zwei Verhältnißen und bildet damit zwei ſehr merkwürdige Körper: das Waſſerſtoffoxyd oder das gewöhnliche Waſſer, und das Waſſerſtoffſuperoxyd, gewöhnlich oxydirtes Waſſer genannt.

Waſſer.

(Synonyme. Waſſerſtoffoxyd.)

21. Wir werden das Waſſer in dreierlei Geſtalten betrachten, denn es iſt bekannt, daß es oft als Eis, häufiger als tropfbare Flüſſigkeit und nicht minder häufig im Zuſtande von Dampf oder Gas vorkommt.

22. Feſtes Waſſer. Da der Schmelzpunkt des Waſſers als beſtimmter Ausdruck für das Null der Graduirung des hunderttheiligen Thermometers gedient hat, ſo ergiebt ſich, daß unter 0° das Waſſer immer oder beinahe immer feſt, dagegen über dieſem Punkte ſtets flüſſig oder gasförmig iſt. Die Dichtigkeit des Eiſes iſt geringer wie die des Waſſers, zumal wenn man die des letzteren bei 4°,10 nimmt. Sie iſt ungefähr, 0,95, die des Waſſers zu 1,00 geſetzt. Es läßt ſich hieraus erklären, warum das Eis zur Zeit des Eisgangs auf der Oberfläche der Ströme und Flüſſe ſchwimmt. Das Waſſer kryſtalliſirt offenbar beim Übergang in den feſten Zuſtand, wenigſtens bemerkt man dieß, wenn man den Schnee unter dem Microſcope unterſucht. Unglücklicherweiſe

ſind die ſo gebildeten Kryſtalle zu klein, als daß man nach ihnen das Kryſtallſyſtem des Waſſers beſtimmen könnte. Der Schnee zeigt ſich oft in Geſtalt von regulär ſechseckigen Tafeln, zuweilen auch als ſechsſeitige Pyramide, aber meiſtens in ſo wunderlichen Formen, obgleich meiſt ſymmetriſch, daß man ſie nicht auf einfache geometriſche Figuren zurückführen kann. Gleichwohl hat man einigemal Eis gefunden, das in ſehr dicken ſechsſeitigen Prismen, die ſich in ſechsſeitigen Pyramiden endigten, kryſtalliſirte.

23. Da die Dichtigkeit des Eiſes geringer iſt als die des Waſſers, ſo muß ſich dieſe Flüſſigkeit im Augenblicke des Feſtwerdens offenbar ausdehnen. Ihre Theilchen, indem ſie dieſe neue Stellung annehmen, äußern eine dermaßen beträchtliche Gewalt, daß die Ergebniſſe der in dieſer Hinſicht angeſtellten Verſuche faſt unglaublich ſcheinen würden, wenn ſie nicht öfters wiederholt worden wären, und wenn nicht die tägliche Erfahrung ſie beſtätigte. Ein eiſernes Rohr von der Dicke einer Linie, deſſen Durchmeſſer ein Centimeter beträgt, das an einem Ende verſchloſſen und an dem andern mit einem eiſernen Stöpſel, der ſich einſchrauben läßt, verſehen iſt, kann zu dieſer Art von Verſuchen dienen. Man füllt es mit Waſſer an, verſchließt es, indem man den Stöpſel mit Gewalt einſchraubt und bringt nun dieſe Vorrichtung in eine kaltmachende Miſchung zu 10 bis 12° unter 0. Wenn man die Röhre nach Verlauf einer halben Stunde oder Stunde herausnimmt, ſo findet man ihre Form immer verändert und an mehreren Stellen zerriſſen; das darin enthaltene Waſſer iſt vollkommen gefroren. Buot gelang es auf dieſe Weiſe eine Zoll dicke eiſerne Röhre zu zerſprengen, und die Akademiker zu Florenz machten auf dieſe Weiſe eine Kugel von Kupfer berſten, die ſo dick war, daß Muſchembröck die Kraft, welche nöthig war ſie zu zerbrechen, auf 27,700 Pfund ſchätzt.

Man begreift leicht, daß eine ſo gewaltſam wirkende Kraft ſehr merkwürdige Erſcheinungen auf der Oberfläche der Erde veranlaſſen kann, da dieſe faſt immer feucht iſt und beſonders in Gegenden, wo die Winter regneriſch und kalt ſind. Daher dieſe Sprünge oder Riſſe, die man bei einge-

tretnem Froſte in den Bauſteinen wahrnimmt. Dieß iſt auch die Urſache, warum mit Waſſer gefüllte Gefäße, die einer ſtrengen Kälte ausgeſetzt werden, ebenfalls während dem Gefrieren zerbrechen, wenn ſie voll und verſchloſſen ſind, oder enge Öffnung beſitzen. Eben daher rühren die Beſchädigungen, welchen im Winter die Waſſerleitungsröhren unterworfen ſind, wenn man verſäumt ſie zu leeren, oder mit ſchlechten Wärmeleitern zu umhüllen. Auf die nämliche Weiſe kann man ſich auch die Veränderungen organiſcher Stoffe, welche frieren, erklären. Das in ihren Zellen eingeſchloßene Waſſer zerreißt dieſe nach allen Richtungen, und das Zellgewebe wird durchaus verändert. Fleiſch, Früchte u. ſ. w. welche gefroren waren, werden daher weich, ſchlaff und gerathen leicht in Fäulniß. Man erklärt ſich eben ſo die Verheerungen, welche der Froſt verurſacht, wenn er Pflanzen in der Zeit trifft, wo der Saft anfängt in Umlauf zu kommen, beſonders wenn er plötzlich nach einen Thauwetter eintritt, während welchem ſich jene mit einer beträchtlichen Menge Waſſers anfüllten.

24. Nicht ſelten bekommt man flüſſiges Waſſer unter 0°. Man erhält es immer, wenn man dieſe Flüſſigkeit in einem Kolben erkältet, deſſen Hals zugeſchmolzen wurde, oder auch ganz einfach, wenn man in den inneren Theil deſſelben eine Lage Öhl gießt, die auf der Oberfläche des Waſſers ſchwimmt und es vor der Berührung der Luft ſchützt. Wird das Gefäß an einen ruhigen Ort geſtellt, wo die Temperatur langſam ſinkt, ſo kann dieſe bis zu 6° oder ſelbſt bis 12° unter 0 herabgehen, ohne daß das Waſſer aufhört flüſſig zu ſeyn; es muß jedoch hierzu rein und frei von Luft ſeyn. Schüttelt man nun unter dieſen Umſtänden das Gefäß, ſo wird das Waſſer entweder in größerer oder geringerer Menge plötzlich in Eis verwandelt; die Temperatur ſteigt dann jedesmal auf Null vermöge der gebundenen Wärme des flüſſigen Waſſers, welche im Augenblicke des Erſtarrens aus demſelben frei wird. Es iſt wahrſcheinlich, daß man durch das Schütteln die Waſſertheilchen in eine die Kryſtalliſation begünſtigende Stellung bringt. Doch dem ſey, wie ihm wolle, Waſſer, das Luft enthält oder worin feſte Stoffe ſchwebend

ſich erhalten, friert viel leichter als reines Waſſer. Anders verhält es ſich, wenn das Waſſer Salze aufgelöſt hat; es widerſteht dann zuweilen einer Temperatur, bei welcher das Queckſilber friert; von der Beſchaffenheit iſt die geſättigte wäſſerige Löſung von Chlorcalcium, welche bei 40° unter 0 flüſſig bleibt.

25. Beim Schmelzen verſchlukt das Eis eine beträchtliche Menge Wärme, welche ſeinen flüſſigen Zuſtand unmittelbar bedingt und welche es folglich bindet, ſo daß ſie durch den Thermometer nicht mehr wahrgenommen werden kann. Man kann ſich leicht davon überzeugen, wenn man gleiche Theile Schnee zu 0° und von Waſſer zu 75°, unter einander mengt; das Gemenge ſchmilzt ſchnell und man erhält Waſſer zu 0°. Folglich braucht z. B. ein Kilogramm Schnee oder Eis, um flüſſig zu werden, allen Wärmeſtoff, der erfordert wird, um ein Kilogramm Waſſer von 0° zu 75° zu erheben. Daraus ergiebt ſich, daß ein Gemenge von Waſſer und Eis, ſo lange es noch Eis enthält, eine Temperatur von 0° behauptet. Noch geht daraus hervor, daß unter gewöhnlichen Umſtänden das Eis langſam ſchmilzt, wegen der großen Menge Wärme, welche es den umgebenden Körpern entziehen muß.

Im Eiszuſtande iſt das Waſſer vollkommen farblos und durchſichtig; ſeine ausnehmend große Zertheilung macht es weiß und undurchſichtig, wenn es als Schnee erſcheint, oder im Allgemeinen, wenn es durch das plötzliche Gefrieren des Waſſerdampfs im Augenblicke ſeines Niederſchlagens gebildet worden iſt. Der Hagel iſt nichts anderes als Eis, welches in der Höhe der Atmosphäre erzeugt wurde.

26. Flüſſiges Waſſer. Im flüſſigen Zuſtande iſt das Waſſer gleichfalls farblos, durchſichtig, ohne Geruch und Geſchmack. Seine Dichtigkeit, die gewöhnlich als Einheit genommen wird, wechſelt mit der Temperatur; daher muß man dieſe zugleich angeben oder die Reſultate auf 4°,1 zurückführen, was das Maximum ſeiner Dichtigkeit iſt. Dieſe iſt auch veränderlich nach der Stärke des Drukes, welchem die Flüſſigkeit unterworfen iſt; aber die Veränderung iſt ſo ſchwach, daß ſie lange in Zweifel gezogen wurde. Da übri-

gens das Waſſer fähig iſt, den Schall fortzupflanzen, ſo müßte man daraus ſchließen, daß es zuſammendrückbar ſey. Jetzt iſt dieſes Reſultat nicht mehr zweifelhaft. Die Verſuche von Canton zeigten, daß für einen dem der Atmosphäre gleichen Druck die Verminderung des Umfangs $\frac{44}{1000000}$ betrage, Parkins ſuchte zu beweiſen, daß es $\frac{45}{1000000}$ ſey und endlich Örſtedt gab $\frac{46}{1000000}$ an. In einer im Jahre 1827 von der Akademie der Wiſſenſchaften zu Paris gekrönten Abhandlung gaben Colladon und Sturm noch höhere Reſultate. Nach ihren Verſuchen betrug die Zuſammenziehung 48 Milliontheilchen und durch Berichtigung des von der Zuſammenziehung des Glaſes herrührenden Irrthums erhöhte ſich dieſer Werth auf 51,5 Milliontheilchen. Bis zu 16 Atmosphären ſcheint dieſer Werth beſtändig zu bleiben. Das gewöhnliche Waſſer zieht ſich wegen der Luft, die es enthält, weniger zuſammen. Alle Flüſſigkeiten beſitzen dieſe Eigenſchaft. Man mußte vermuthen, daß im Augenblicke der Raumsverminderung das Waſſer Wärme entwickle und nach einem Verſuche von Deſſaigne ſcheint auch wirklich die Menge derſelben ziemlich bedeutend zu ſeyn. Dieſer Phyſiker nahm wahr, daß das in einer von Luft entleerten Glaspumpe heftig zuſammengepreßte Waſſer, in dem Augenblicke, wo es vom Stempel getroffen wurde, leuchtete.

Indeſſen die bereits angeführten Verſuche von Colladon und Sturm beweiſen, daß die erzeugte Wärme faſt unmerklich iſt.

Das Gewicht eines Kubikcentimeters Waſſer zu 4°,1 wurde dem neuen in Frankreich angenommenen Gewichtsſyſteme als Einheit zu Grunde gelegt; es iſt dieß das Gramm. Die Dichtigkeit des Waſſers bei dem nämlichen Grade wird als diejenige Einheit betrachtet, worauf man die Dichtigkeiten aller feſten und flüſſigen Körper bezieht. Jedoch damit dergleichen Schätzungen genau ſeyen, ſo wie für eine große Zahl ähnlicher Umſtände, muß man die Dichtigkeit oder den Umfang des Waſſers bei verſchiedenen Temperaturen kennen. Die folgenden Tafeln, die Hallſtröm nach ſeinen Verſuchen berechnete, können für alle Rechnungen dieſer Art dienen.

Dichtigkeit des Waſſers nach Hallſtröm.

Wenn man es bei 4°, 1 = der Einheit ſetzt.			Wenn man es bei 0° der Einheit gleich ſetzt.		
Temperatur.	Eigenthümliches Gewicht.	Volumen.	Temperatur.	Eigenthümliches Gewicht.	Volumen.
0	0,9998918	1,0001082	0	1,0	1,0
1	0,9999382	1,0000617	1	1,0000466	0,9999536
2	0,9999717	1,0000281	2	1,0000799	0,9999202
3	0,9999920	1,0000078	3	1,0001004	0,9998996
4	0,9999995	1,0000002	4	1,0001082	0,9998918
5	0,9999950	1,0000050	5	1,0001032	0,9998968
6	0,9999772	1,0000226	6	1,0000856	0,9999144
7	0,9999472	1,0000527	7	1,0000555	0,9999445
8	0,9999044	1,0000954	8	1,0000129	0,9999872
9	0,9998497	1,0001501	9	0,9999579	1,0000421
10	0,9997825	1,0002200	10	0,9998906	1,0001094
11	0,9997030	1,0002970	11	0,9998112	1,0001888
12	0,9996117	1,0003888	12	0,9997196	1,0002804
13	0,9995080	1,0004924	13	0,9996160	1,0003841
14	0,9993922	1,0006081	14	0,9995005	1,0004997
15	0,9992647	1,0007357	15	0,9993731	1,0006273
16	0,9991260	1,0008747	16	0,9992340	1,0007666
17	0,9989752	1,0010259	17	0,9990832	1,0009176
18	0,9988125	1,0011888	18	0,9989207	1,0010805
19	0,9986387	1,0013631	19	0,9987468	1,0012548
20	0,9984534	1,0015490	20	0,9985615	1,0014406
21	0,9982570	1,0017560	21	0,9983648	1,0016379
22	0,9980489	1,0019549	22	0,9981569	1,0018465
23	0,9978300	1,0021746	23	0,9979379	1,0020664
24	0,9976000	1,0024058	24	0,9977077	1,0022976
25	0,9973587	1,0026483	25	0,9974666	1,0025398
26	0,9971070	1,0029016	26	0,9972146	1,0027932
27	0,9968439	1,0031662	27	0,9969518	1,0030575
28	0,9965704	1,0034414	28	0,9966783	1,0033328
29	0,9962864	1,0037274	29	0,9963941	1,0036189
30	0,9959917	1,0040245	30	0,9960993	1,0039160

Aus den in dieſen Tafeln vorkommenden Reſultaten kann man den Schluß ziehen, daß bei 4,1° die Dichtigkeit des Waſſers ihr Maximum erreicht, und daß ſie über und unter dieſer Gränze um ſo geringer wird, je weiter man ſich von derſelben entfernt. Die Ausdehnung unter 4,1° iſt ziemlich regelmäßig auf ihrem Fortſchreiten bis zum Gefrier-

punkte, wo ſie plötzlich ſehr ſtark wird. Über 4,1° nimmt ſie zu, je mehr man ſich dem Siedpunkte nähert. Die wahren Ausdehnungen über 30° ſind nicht mit derſelben Genauigkeit bekannt, wie die unter dieſer Gränze. Deluc hat ſie unterſucht und die nachſtehende Tafel von 30° an wurde aus ſeinen Verſuchen berechnet. Man wird bemerken, daß er bei dieſem Grade eine etwas größere Ausdehnung als Hallſtröm fand, indeſſen da es nur ſelten vorkommt, daß man ſorgfältige Correctionen über eine Waſſermaſſe vorzunehmen hat, deren Temperatur 30° überſchreitet, ſo können die angezeigten Werthe in der Anwendung genügen.

Tafel der Dichtigkeit des Waſſers nach den Verſuchen von Deluc, wenn es bei der Temperatur von 0° c = 1 geſetzt wird.

Temperatur des Waſſers.	Maaße.	Dichtigkeiten.
30	1,00414893	0,9958681
35	1,00581832	0,9942154
40	1,00773939	0,9923200
45	1,00990174	0,9901952
50	1,01229496	0,9878544
55	1,01490866	0,9853103
60	1,01773243	0,9825766
65	1,02075589	0,9796660
70	1,02396862	0,9765923
75	1,02736024	0,9733683
80	1,03092034	0,9700071
85	1,03463853	0,9665212
90	1,03850440	0,9629232
95	1,04250755	0,9592256
100	1,04663760	0,9554406

27. Waſſer in Dampfgeſtalt. Wenn man Waſſer in einem offnen Gefäße unter einem Drucke von 0,76 Meter erhitzt, ſteigt ſeine Temperatur bis auf 100°, dann geräth es ins Kochen und verflüchtigt ſich, wenn es rein iſt, ganz und gar, ohne den geringſten Rückſtand zu hinterlaſſen und ohne daß die Temperatur eine Veränderung erleidet. Der Waſſerdampf iſt durchſichtig, farb- und geruchlos. Seine

Dichtigkeit iſt nach Gay-Luſſac 0,625; die Rechnung beſtimmt ſie auf 0,620; woraus folgt, daß ein Kubikcentimeter Waſſer zu 0°, indem er in den gasförmigen Zuſtand übergeht, 1700 Kubikcentimeter Waſſerdampf von 100° liefert. Der Waſſerdampf iſt immer leichter als die Luft und es ergiebt ſich daraus, daß ihre Dichtigkeiten in dem Verhältniſſe von 5 zu 8, oder richtiger von 1000 zu 1604 ſtehen.

Das Waſſer bildet Dämpfe bei den niedrigſten Temperaturen, eben ſo wie alle übrigen flüchtigen Körper. Dieſes Streben ſich zu verflüchtigen nimmt mit der Temperatur zu und vermindert ſich, wie dieſe ſinkt.

Die Kenntniß der eigenthümlichen Spannkraft des Waſſerdampfs für verſchiedene Temperaturen iſt in unzähligen Fällen unentbehrlich. Jeden Augenblick hat man ſie z. B. nöthig, um den Umfang eines feuchten Gaſes durch Rechnung auf denjenigen zurückzuführen, welchen es in trocknem Zuſtande einnehmen würde. Man muß alſo von dem ganzen Drucke, welchen es erleidet, denjenigen abziehen können, der von dem Waſſerdampfe, womit es gemengt iſt, herrührt. Dieſer Druck iſt in der folgenden Tafel angegeben, welche Pouillet nach Daltons Verſuchen conſtruirte.

Elaſtiſche Kraft des Waſſerdampfs, für jeden Grad des hunderttheiligen Thermometers in Millimetern berechnet.

Grade.	Spannkraft.	Grade.	Spannkraft.	Grade.	Spannkraft.
- 20	1,333	21	18,317	61	151,70
- 19	1,429	22	19,417	62	158,96
- 18	1,531	23	20,577	63	166,56
- 17	1,638	24	21,805	64	174,47
- 16	1,755	25	23,090	65	182,71
- 15	1,879	26	24,452	66	191,27
- 14	2,011	27	25,881	67	200,18
- 13	2,152	28	27,390	68	209,44
- 12	2,302	29	29,045	69	219,06
- 11	2,461	30	30,643	70	229,07
- 10	2,631	31	32,410	71	239,45
- 9	2,812	32	34,261	72	250,23
- 8	3,005	33	36,188	73	261,43
- 7	3,210	34	38,254	74	273,03
- 6	3,428	35	40,404	75	285,07
- 5	3,660	36	42,743	76	297,57
- 4	3,907	37	45,038	77	310,49
- 3	4,170	38	47,579	78	323,89
- 2	4,448	39	50,147	79	337,76
- 1	4,745	40	52,998	80	352,08
0	5,059	41	55,772	81	367,00
1	5,393	42	58,792	82	382,38
2	5,748	43	61,958	83	398,28
3	6,123	44	65,627	84	414,73
4	6,523	45	68,751	85	431,71
5	6,947	46	72,393	86	449,26
6	7,396	47	76,205	87	467,38
7	7,871	48	80,195	88	486,09
8	8,375	49	84,370	89	505,38
9	8,909	50	88,742	90	525,28
10	9,475	51	93,301	91	545,80
11	10,074	52	98,075	92	566,95
12	10,707	53	103,06	93	588,74
13	11,378	54	108,27	94	611,18
14	12,087	55	113,71	95	634,27
15	12,837	56	119,39	96	658,05
16	13,630	57	125,31	97	682,59
17	14,468	58	131,50	98	707,63
18	15,353	59	137,94	99	733,46
19	16,288	60	144,66	100	760,00
20	17,314				

28. Wir haben bereits erwähnt, daß unter dem gewöhnlichen Druck von 0,76 Meter das Waſſer nicht über 100° erhitzt werden kann; allein vermehrt man den Druck, ſo kann man dieſe Temperatur viel höher ſteigern. Dieß iſt der Fall, bei den Dampfmaſchinen. Es bedarf keiner Erwähnung, daß für jeden Druck eine unveränderliche Temperatur ſtatt finden muß und daß ſich dieſer Druck aus der Temperatur des Waſſers, oder umgekehrt die Temperatur aus dem Drucke erkennen läßt. Dieſe Bemerkungen finden eine unmittelbare Anwendung im Gebrauche der Sicherheitsventile von leichtflüſſigem Metalle. Man hat dieſe Reſultate noch nicht durch directe Verſuche, die allein als unverwerflich betrachtet werden könnten, beſtimmt. Hier folgen diejenigen, welche Dulong zum Bedarf der franzöſiſchen Regierung berechnete, indem er die Reſultate der Beobachtungen verſchiedener Phyſiker zu Rathe zog.

Druck in Atmoſphären.	Druck in Metern der Queckſilberſäule.	Temperatur.
1	0,m760	100°
1½	1, 140	112,2
2	1, 520	122
2½	1, 900	129
3	2, 280	135
3½	2, 660	140,7
4	3, 040	145,2
4½	3, 420	150
5	3, 800	154
5½	4, 180	158
6	4, 560	161,5
6½	4, 940	164,7
7	5, 320	168
7½	5, 700	170,7
8	6, 080	173

Man hätte dieſe Berechnungen noch weiter führen können, allein man müßte befürchten, daß die Reſultate nicht mehr genau ſeyen, und ſelbſt die in Vorſtehenden verdienen kein vollkommnes Zutrauen.

Dulong und Arago ſind gegenwärtig mit einer Reihe von Verſuchen über dieſen wichtigen Gegenſtand beſchäftigt.

Es iſt begreiflich, daß wenn man auf die Weiſe den Druck vermehrte, die Temperatur des Waſſers ſehr geſteigert werden könnte. Der Papiniſche Topf giebt ein bekanntes Beiſpiel dieſer Art und die Unterſuchungen von Cagniard de Latour bieten in dieſer Hinſicht ſehr merkwürdige Reſultate dar. Papins Topf iſt ein Gefäß von Erz oder Eiſen von ein oder zwei Liter Inhalt und ſehr dicken Wänden. Er hat gewöhnlich nur eine Öffnung, die man vermittelſt einer Klappe verſchließt, welche dergeſtalt belaſtet iſt, daß ſie je nach der Dicke des Gefäſſes einen Druck von 40 bis 50 Atmosphären aushalten kann. Wird das Gefäß ſtark erhitzt, ſo hält der Dampf, der ſich darin entwickelt und welcher keinen Ausweg findet, durch ſeinen Druck einen großen Theil des Waſſers in flüſſigem Zuſtande; obſchon es zu einer Temperatur von 200 bis 300° und ſelbſt noch darüber gelangt; ſowie aber die Klappe geöffnet wird, ſteigt eine Dampfſäule von 20 bis 30 Fuß plötzlich und mit heftigem Geräuſche in die Luft empor.

Da dieſer Apparat nicht geſtattet, ſich über den Zuſtand, in welchem ſich das Waſſer bei dieſer erhöhten Temperatur befindet, Gewißheit zu verſchaffen, ſo unternahm Cagniard de Latour den Verſuch in ſehr dicken Glasröhren, die von Luft entleert und an der Lampe zugeſchmolzen waren. Er beobachtete, daß das Waſſer bei einer Temperatur, die dem Schmelzpunkt des Zinks nahe kam, ſich in einem Raume, der nur viermal ſo groß wie ſein eigner Umfang war, in Dampf verwandeln konnte. Der Druck des Dampfes unter dieſen Bedingungen ſcheint ungeheuer, wenn man ſich erinnert, daß unter dem gewöhnlichen Drucke eine Maaß Waſſer bei 100° 1700 Maaß Dampf giebt.

Die auflöſende Kraft des Waſſers nimmt mit der Temperatur ſehr zu, und dieß iſt die Urſache, warum man oft mit Nutzen Körper ſeiner Einwirkung in verſchloßnen Gefäßen ausſetzt, indem dieſe geſtatten den Kochpunkt, welchen es bei freien Luftzutritt behauptet, zu überſchreiten. Der Papiniſche Topf z. B. diente früherhin, um die Gallerte aus

den Knochen abzuſondern. In neuerer Zeit hat man einen ähnlichen Apparat, Autoklav*) genannt, zu verſchiedenen häuslichen Zwecken angewendet.

Schwere Unfälle jedoch, welche derſelbe veranlaßte, haben jetzt ſeine Anwendung auf gewiſſe Fabrikoperationen, für die er ſehr geeignet iſt, beſchränkt. Wir werden darauf zurückkommen, wenn wir den Gebrauch des Waſſers mehr im Einzelnen abhandeln. Endlich um von der auflöſenden Kraft, welche dieſe Flüſſigkeit bei hohen Temperaturen erreicht, einen Begriff zu geben, fügen wir hinzu, daß in den Verſuchen von Cagniard de Latour das Glas angegriffen wird, ſeine Durchſichtigkeit verliert und wahrſcheinlich eine theilweiſe Auflöſung erleidet. Dieſer Umſtand macht die an und für ſich ſehr gefährlichen Verſuche ausnehmend ſchwierig und erfordert, ſich auf alle mögliche Weiſe vor den beinahe unvermeidlichen Exploſionen in Sicherheit zu ſetzen.

29. Das Waſſer wie alle übrigen flüchtigen Körper verſchluckt eine große Menge Wärme, wenn es in den elaſtiſch-flüſſigen Zuſtand übergeht, und dieſe Wärme wird wieder frei, ſobald es ſich von Neuem verdichtet. Der Gebrauch der Dampfmaſchinen hat dem Studium dieſer Erſcheinung eine beſondere Wichtigkeit gegeben und ſie ſind der Gegenſtand neuerer Unterſuchungen von Gay-Luſſac, Clement, Deſormes und Desprez geworden.

Der erſte dieſer Phyſiker beobachtete, daß 100 Gr. Waſſerdampf bei 100° und unter dem Drucke von 0,76 Meter durch ihre Verdichtung 550 Gr. Waſſer von 0° bis zu 100° erheben können, ſo daß ſie 650 Gr. kochendes Waſſer hervorbringen. Deſormes und Clement rechnen dieſelben Zahlen an. Desprez verringert ſie auf 630 bis 640.

Clement und Deſormes ſowie Desprez haben auſſerdem Verſuche über den Dampf bei verſchiednem Drucke

---

*) Es iſt dies gewöhnlich ein ſtarker kupferner auf der innern Fläche verzinnter Keſſel, der feſt mit einem Deckel aus demſelben Metall verſchloſſen werden kann, in welchem ſich eine durch ein Ventil verſchloſſene Öffnung befindet. Das Ventil öffnet ſich erſt dann, um den Dämpfen einen Ausgang zu verſchaffen, wenn dieſe eine höhere Temperatur als 100° z. B. 110°—112° erlangt haben. C.

und verſchiednen Temperaturen angeſtellt. Sie gelangten zu folgendem Reſultate: ein Gramm Dampf beſitzt bei dem Maximum ſeiner elaſtiſchen Kraft immer dieſelbe Menge gebundner Wärme, was auch die Temperatur ſeyn mag.

Das heißt: um ein Gramm Waſſer zu 0° und unter dem Druck von 5 Millimeter zu verdampfen, oder um es von 0° auf 100° zu bringen und es unter dem Drucke von 760 Millimeter zu verflüchtigen, oder auch wohl um es von 0° auf 150° zu erheben, und es unter dem Drucke von 3420 Millimeter in Dampf zu verwandeln, bleibt der Aufwand von Wärmeſtoff immer derſelbe. So ſonderbar dieſes Reſultat dem Anſcheine nach iſt, ſo läßt es ſich doch erklären, wenn man den außerordentlichen Unterſchied in Anſchlag bringt, der zwiſchen den Volumen des Dampfes ſtatt findet, welches ein Gramm Waſſer bei ſo verſchiedenem Drucke erzeugen kann.

Man zieht aus dieſem Geſetze eine äußerſt wichtige praktiſche Folgerung, deren Kenntniß viele koſtſpieligen und unnützen Verſuche erſpart haben würde: daß es nämlich hinſichtlich der Erſparung des Brennſtoffs gleichgültig iſt, ob das Waſſer und vermuthlich auch jede andere Flüſſigkeit bei dem gewöhnlichen Luftdrucke, oder im leeren Raume verdampft wird. Desormes und Clement, welchen dieſe Beobachtung nicht entgieng, haben auſſerdem die nämlichen Angaben auf die verſchiednen Syſteme von Dampfmaſchinen angewendet, und man nimmt nicht ohne Erſtaunen wahr, daß ſelbſt die beſten dieſer ſchon ſo vollkommenen Maſchinen bis jetzt gleichwohl nur ein Zwölftel von dem Maximum der durch die Theorie beſtimmten Wirkung wirklich leiſten.

30. Die verſchiedenen vorhergehenden Angaben machen möglich, den größten Theil der von dem Waſſer herrührenden Erſcheinungen voraus zu ſehen und zu berechnen. Zum Schluſſe erinnern wir an eine ſehr ſonderbare Eigenſchaft, die um ſo mehr Aufmerkſamkeit verdient, da ſie eine große Rolle in vielen Umſtänden zu ſpielen vermag. Es ſcheint das Waſſer müſſe um ſo ſchneller verdampfen, je heißer das Gefäß iſt, das es enthält. Indeſſen die Erfahrung lehrt, daß, wenn dieſes roth oder weißglühend iſt, die Verdampfung beinahe

ganz und gar aufhört. Jedermann weiß, daß Waſſertropfen, die man auf eine glühende Eiſenplatte wirft, alsbald eine Kugelform annehmen und viel längere Zeit auf der Platte herum rollen, als zu ihrer Verdampfung unter dieſen Umſtänden nöthig wäre. Mehrere Beobachter bemühten ſich dieſe Erſcheinung aufzuklären. Pouillet unterſuchte ſie neuerdings (Annal. de chim. et de phy. T. XXXVI. p. 10) und bemerkte, daß wenn er Waſſer tropfenweiſe in einen weißglühenden Platintiegel fallen ließ, er denſelben bis zur Hälfte füllen und in dieſem Zuſtande eine Viertelſtunde lang ohne merkliche Verdampfung erhalten konnte. Bald erſcheint das Waſſer ruhig, bald geräth es in lebhafte kreisformig drehende Bewegung, aber niemals nimmt man Entbindung von Dämpfen wahr. Wird der Tiegel vom Feuer weggenommen und man läßt ihn erkalten, ſo geräth das Waſſer, ſobald dieſer dunkelroth glühend wird, plötzlich in ein heftiges Kochen und verwandelt ſich gänzlich in Dampf.

Dieſe Erſcheinung iſt ſchwer zu erklären. Rumford meinte, ſie ſey der Zurückſtrahlung der Wärme, welche auf der Oberfläche der Tropfen ſtatt finde, zuzuſchreiben. Pouillet mißt ſie einer andern Urſache bei, er glaubt, daß die Wärmeſtrahlen, welche aus dem Gefäße ausfließen, wenn ſie ſehr heiß ſind, das Waſſer zu leicht durchdringen.

Sei dem nun wie ihm wolle, die Sache ſelbſt kann nicht beſtritten werden. Man muß ſich vor den Gefahren hüten, welche ein Dampfkeſſel bietet, der zufällig zu einer ſehr hohen Temperatur gebracht wird, denn es könnte der Fall eintreten, daß er aufhörte Dampf zu liefern und daß gleichwohl ein Sinken der Temperatur das Zerſpringen deſſelben nach ſich zöge. Die Platten von leichtſchmelzbaren Metalle ſind ganz beſonders zu empfehlen, zur Verhütung dieſer Art von Gefahren, da ſie die Temperatur, welche der Keſſel erreichen kann, begränzen; denn es iſt einleuchtend, daß eine Klappe in dem Augenblicke, wo dieſe ſeltſame Erſcheinung ſich zeigte, nicht mehr gehoben werden würde.

Dieſe Art von Unfällen wird bei gewöhnlichen Dampfkeſſeln nur ſelten eintreten, aber ſie könnte ſehr häufig werden, wenn der Gebrauch der Erzeugungsröhren (tubes géné-

rateurs) allgemeiner würde. Da dieſe Röhren nur kleine Waſſermengen enthalten und ihre Temperatur gewöhnlich ſehr geſteigert wird, ſo könnten ſie leicht in den Zuſtand verſetzt werden, der die Erſcheinung, wovon die Rede war, hervorbringt. Es würde jedoch zu Folge des minder voluminöſen Apparates das Unglück von geringerer Bedeutung ſeyn.

31. Zuſammenſetzung. Die Zuſammenſetzung des Waſſers iſt den Chemikern bei ihren Berechnungen unumgänglich nothwendig. Es ſpielt dieſe Flüſſigkeit unter ſehr vielen und wichtigen Umſtänden eine ſo thätige Rolle, daß man unaufhörlich ſowohl auf die Natur, als auf das quantitative Verhältniß der Beſtandtheile, woraus es gebildet iſt, Rückſicht nehmen muß. Die letzten Verſuche von Berzelius und Dulong lieferten hinſichtlich ſeiner Zuſammenſetzung Zahlen, welche jetzt von allen Chemikern angenommen ſind.

Es beſteht dieſen gemäß aus:

Sauerſtoff	88,90	oder auch	100	—	1 Atom Sauerſtoff.
Waſſerſtoff	11,10	—	12,48	—	2 Atome Waſſerſtoff.
Waſſer	100	—	112,48	—	2 Atom Waſſer.

Unter den zahlreichen Entdeckungen, mit welchen Gay-Luſſac die Wiſſenſchaft bereicherte, wird ſich beſonders immer die ſchöne Beobachtung über die Zuſammenſetzung des Waſſers auszeichnen, welche ihn die wahren Verhältniſſe finden lehrte, welche die Gaſe und Dämpfe in ihren Verbindungen beobachten. Durch ſehr genaue Verſuche, die er mit v. Humboldt anſtellte, bewies er, daß das Waſſer aus 1 Maaß Sauerſtoffgas und 2 Maaß Waſſerſtoffgas zuſammengeſetzt ſey. Dieſes Reſultat wurde ſeitdem durch alle Erſcheinungen vollkommen beſtätigt, wobei das Waſſer eine thätige Rolle ſpielt, und ſtimmt auch gänzlich mit der von Berzelius und Dulong gefundenen Zuſammenſetzung überein.

Gay-Luſſac, der durch eine igenthümliches Verfahren die Dichtigkeit des Waſſerdampfes beſtimmte, fand, daß dieſe Dichtigkeit, wenn ſie durch Berechnung auf eine Temperatur von 0° und einem Barometerſtand von 0,76 zurückgeführt

wurde, um ſie mit der der Gaſe vergleichbar zu machen, durch 0,625 ausgedrückt wird. Oder indem man

Die Dichtigkeit des Waſſerſtoffs = 0,0687
Die halbe Dichtigkeit des Sauerſtoffs = 0,5513

annimmt, ſo hat man für die Dichtigkeit des Waſſers = 0,6200

Dies ſtimmt ganz mit allen früher angeführten Angaben überein und lehrt uns auſſerdem, daß ein Maaß Waſſerdampf aus einem halben Maaß Sauerſtoff und einem Maaß Waſſerſtoff beſteht, von welcher Thatſache wir beſtändig in der Folge in dieſem Werke Gebrauch machen werden.

32. Man könnte auf mancherlei Weiſe die Zuſammenſetzung des Waſſers darthun; wir werden hier nur einige der einfachſten und zweckmäßigſten zu dem Ende anzuſtellenden Verſuche angeben.

Man beweißt die Gegenwart des Sauerſtoffs und Waſſerſtoffs im Waſſer, indem man dasſelbe mittelſt der galvaniſchen Säule zerſetzt, nachdem man es zuvor entweder mit ſchwefelſaurem Natrum geſättigt, oder mit etwas Schwefelſäure angeſäuert hat, um es zum beſſern Leiter der Elektrizität zu machen. Wenn die Säule ſtark genug iſt, indem ſie z. B. aus 50 oder 100 Plattenpaaren beſteht, ſo erhält man in kurzer Zeit Sauerſtoff am poſitiven und Waſſerſtoff am negativen Pol; wurden die Gaſe in graduirten Glasröhren aufgefangen, ſo kann man ſich zugleich überzeugen, daß die erhaltenen Volumen ſehr nahe in dem Verhältniß von 1 zu 2 ſtehen.

Man erhält gleich überzeugende Reſultate, wenn man Waſſer durch eine rothglühende Porzellanröhre ſtreichen läßt, in welche man vorher einige Eiſendrahtbündel gelegt hat. Das Waſſer wird zerſetzt, ſein Sauerſtoff verbindet ſich mit dem Eiſen, welches dadurch oxydirt wird und Ströme von Waſſerſtoffgas entbinden ſich. Man ſtellt dieſen äußerſt einfachen Verſuch ſo an, daß man an einem Ende der Röhre eine mit Waſſer zur Hälfte gefüllte Glasretorte anbringt, und am andern Ende eine Röhre befeſtigt, mittelſt welcher das Gas aufgefangen werden kann. Sobald die Porzellanröhre roth glüht, bringt man das Waſſer zum Sieden, der

Dampf kommt nun mit dem Eiſen in Berührung und der Waſſerſtoff entbindet ſich nun ſogleich.

Man kann endlich noch durch die direkte Zuſammenſetzung beweiſen, was ſchon durch die Zerlegung höchſt wahrſcheinlich gemacht wurde. Man nehme zu dem Ende zwei Gefäße, das eine mit Waſſerſtoff und das andere mit Sauerſtoff gefüllt; dieſe Gefäße bringt man in Verbindung mit einem Sauerſtoff enthaltenden Ballon und im Augenblicke, wo man das Waſſerſtoffgas in dieſen Ballon durch eine ſehr kleine Öffnung treten läßt, entzündet man daſſelbe mittelſt eines elektriſchen Funkens; das Gas wird fortfahren zu brennen, ſo lange man ihm hinreichenden Sauerſtoff verſchafft, und bald wird das gebildete Waſſer in ſichtbarer Menge an den Wänden des Ballons herabrinnen. Dieſer Verſuch im Großen durch Monge, Lavoiſier und Meunier, Lefebre Gineau, Fourcroy und Vauquelin angeſtellt, ſetzte die Zuſammenſetzung des Waſſers außer Zweifel und zeigte, daß das Gewicht des angewendeten Sauerſtoff und Waſſerſtoffs ganz dem des erzeugten Waſſers entſprach. Man ſammelte auf dieſe Weiſe faſt ein halbes Kilogramm Waſſer, und überzeugte ſich von ſeiner Reinheit und Identität mit dem gewöhnlichen Waſſer durch alle möglichen Mittel.

Man begreift aber wohl, daß dieſe zuſammengeſetzten Verfahren nicht den Grad von Genauigkeit geben konnten, welchen der jetzige Zuſtand der Chemie erfordert. Man bedurfte einer einfachern Methode, die überhaupt kein Meſſen des Gaſes erheiſcht, was bei großen Volumen nicht gut ſich bewerkſtelligen läßt. Ein ſolches Verfahren iſt das von Berzelius und Dulong angewendete. Es beſteht im Allgemeinen darin, daß man in eine Glasröhre, welche genau abgewogene Mengen von Kupferoxyd enthält, vollkommen mit Ätzkali gereinigtes und getrocknetes Waſſerſtoffgas ſtreichen läßt. Das bis zur ſchwachen Rothglühhitze erwärmte Kupferoxyd giebt ſeinen Sauerſtoff ab, es bildet ſich Waſſer und das metalliſche Kupfer bleibt in der Röhre zurück. An dieſe befeſtigt man eine zweite, welche Chlorcalcium enthält, mittelſt deſſen das gebildete durch den Überſchuß des Gaſes

mit fortgeriſſene Waſſer verdichtet wird. Man erhält auf ſolche Weiſe dem Gewichte nach ſehr genau den Sauerſtoff, welchen das Oxyd verlohren und das Waſſer, zu deſſen Bildung er gedient hatte, woraus man den Waſſerſtoff, welchen dieſes enthält, berechnen kann. Durch dieſe untadelhafte Methode gelangte man zu dem bereits oben erwähnten Reſultat.

33. Bildung des Waſſers. Das Waſſer erzeugt ſich, oder mit andern Worten der Sauerſtoff und Waſſerſtoff verbinden ſich unter ſehr verſchiedenen Umſtänden.

Bei gewöhnlicher Temperatur kann man Waſſerſtoff mit Sauerſtoff mengen, ohne daß dadurch ihre Verbindung ſtatt fände. Bringt man aber das Gemenge in den innern Raum einer Druckpumpe und drückt es ſehr ſchnell zuſammen, ſo geht die Verbindung plötzlich vor ſich. Es entbindet ſich eine ſolche Menge Wärme, daß der ausgedehnte Waſſerdampf auf den Zylinder der Pumpe äußerſt heftig wirkt und ihn ſogar vermöge des großen Drucks zerſprengen kann (Biot).

Ein brennender Körper, in das Gasgemenge gebracht, entzündet es ſogleich, ein ſehr ſtarker Knall erfolgt, der Sauerſtoff und Waſſerſtoff verſchwindet und Waſſer wird dafür im entſprechenden Verhältniße gebildet. Man kann ſich davon überzeugen, wenn man 2 Maaß Waſſerſtoff und 1 Maaß Sauerſtoff in ein Zylinderglas bringt, deſſen offnem Ende man hierauf eine brennende Kerze nähert. Nimmt man ein Glas mit enger Mündung, z. B. eine Flaſche, ſo muß man ſie ſorgfältig mit Leinentuch umhüllen, indem die Exploſion gewaltſam genug ſeyn kann, um das Glas zu zerſprengen.

Auch der elektriſche Funke bewerkſtelligt die Verbindung plötzlich. Da bei dieſem Verfahren ſich noch der beſondere Vortheil darbietet, daß man in verſchloßenen Gefäßen operiren kann, wodurch weder Gas verloren wird noch zu demſelben etwas hinzukommt, ſo hat dies die Chemiker beſtimmt, es bei vielen Verſuchen anzuwenden. Der hierzu gebräuchliche Apparat hat den Namen Eudiometer von Volta. Wir werden ihn genau beſchreiben. Nach dem verſchiedenen Zweck, wozu dieſer Apparat gebraucht wird, hat man ihm dreierlei Formen gegeben.

Die einfachſte iſt die, welche man wählte, wenn man über Queckſilber arbeitet, der Apparat beſteht dann aus einer einfachen Glasröhre deren Wände 6 oder 8 Millimeter dick ſind (Tafel 3. Fig. 8.); dieſe Röhre iſt an ihrer Spitze mit einer Eiſendecke beſchlagen, welche Vorſichtsmaaßregel man jedoch auch unterlaßen kann. Ein ſtarker Eiſendrath, der an beiden Enden mit einem Metallknöpfchen verſehen iſt, ſchließt die obere Öffnung der Röhre, indem er in dieſelbe mit Harz eingekittet iſt; derſelbe iſt beſtimmt die Elektrizität in den von Gas erfüllten innern Raum zu leiten. Ein zweiter längerer ſpiralförmig gewundener Eiſendrath, der ſich in eine kleine Kugel endigt, dient um den elektriſchen Funken anzuziehen. Hat man das Gas in den Eudiometer geleitet, ſo bringt man dieſen Drath unter dem Queckſilber in die Röhre und nähert ihn bis auf einigen Millimeter dem oben im Innern der Röhre befindlichen Knöpfchen. Man verſchließt nun die untere Öffnung mittelſt eines eiſernen eingeſchraubten Stöpſels oder nur mit dem Daumen der Hand, und nähert dann das Metallknöpfchen dem Deckel eines Elektrophors oder dem Knopf einer kleinen Leydener Flaſche, um einen elektriſchen Funken zu entziehen. Das Gemenge erſcheint nun ganz feurig, aber es wird kein Geräuſch wahrgenommen, wenn der Apparat wohl verſchloſſen war. Sobald nachher der untere Theil der Röhre geöffnet wird, ſteigt das Queckſilber plötzlich in die Höhe und erfüllt nunmehr den Raum, welchen die Gaſe einnahmen, die ſich in Waſſer verwandelten.

Nach vorausgegangener Beſchreibung dieſes Verſuches wird es leicht ſeyn die Vorſichtsmaaßregel zu begreifen, die man bei Verfertigung des Waſſer-Eudiometers zu beobachten hatte. Iſt der Apparat ganz dicht verſchloſſen, ſo findet keine Detonnation ſtatt, oder mit andern Worten die plötzliche Erhöhung der Temperatur kann die Gaſe nicht raſch ausdehnen aus Mangel an Raum, ſo daß ſelbſt der nach der Verdichtung des erzeugten Waſſerdampfes gebildete leere Raum ſich nicht ſchnell wieder füllen konnte, weil der Druck der Atmosphäre nicht auf ihn zu wirken vermochte. Wenn der Apparat nicht verſchloſſen wäre, ſo iſt leicht einzuſehen, daß die Ausdeh-

nung ſo ſtark ſeyn konnte, daß die nicht verbundenen Gaſe durch die untere Öffnung entweichen würden, was in Beziehung auf die Mengenverhältniße des Rückſtandes, wenn man ſolche beſtimmen will, Irrthümer veranlaſſen müßte. Andererſeits kann der ſich bildende leere Raum, wenn der Apparat verſchloſſen iſt, die Entbindung eines Gaſes bewirken, wenn die Flüſſigkeit, womit man operirt, ein ſolches aufgelöſt enthält.

Auf Taf. 3. Fig. 9. u. 16. findet ſich der Apparat von Volta. Er beſteht aus drei Hauptheilen. Unten befindet ſich ein umgeſtürzter Trichter (v) aus Meſſing, über welchem ein Hahn (r) angebracht iſt, der die Verbindung deſſelben mit der dicken Glasröhre (m,m) herſtellt, die zur Aufnahme des Gasgemenges beſtimmt iſt. Dieſe dicke Röhre iſt oben mittelſt eines zweiten Hahnes (s) mit einem Trichter (x) der mit Waſſer gefüllt wird verbunden. Die Meſſingröhre, welche dieſe Verbindung herſtellt, iſt mit einigen Schraubengängen verſehen, in welche man eine an dem einen Ende zugeſchmolzene graduirte Glasröhre (y) einſetzt. Man wird leicht begreifen, wie dieſe verſchiedenen Theile zu handhaben ſind: nachdem man die Hähne geöffnet und die oben eingeſchraubte Glasröhre weggenommen hat, taucht man den Apparat z. B. bis zur Hälfte in das Waſſer und ſchließt nachher den untern Hahn; der untere Trichter iſt nun voll Waſſer, man gießt hierauf Waſſer in den obern Trichter, bis Röhre und Trichter zugleich damit gefüllt worden ſind. Endlich füllt man auch die graduirte Röhre mit Waſſer und kehrt ſie um, indem man ihre Öffnung mit dem Daumen verſchließt und ſchraubt ſie feſt. Iſt der Apparat mit Waſſer gefüllt, ſo ſchließt man den obern Hahn und bringt den Sauerſtoff und Waſſerſtoff, der mit dem Inſtrument Fig. 16 gemeſſen wird, durch den untern Trichter in die Eudiometer-Röhre, worauf man die Verpuffung deſſelben mittelſt eines elektriſchen Funkens, den man durch das Gemenge durchſchlagen läßt, bewirkt. Zu dem Ende muß man vorher an den obern Theil der Eudiometerröhre ein iſolirtes Meßingſtäbchen (l) mit Harz oder Lak einkitten, welches ſich außen in ein Kügelchen endigt, und deſſen inneres Ende ſich,

einige Millimeter von dem Metallbeſchlag des Apparates entfernt, aufwärts biegt. Nachdem die Verpuffung ſtatt gefunden, öffnet man den oberen Hahn, wodurch ſich der Gasrückſtand in die graduirte Röhre begiebt, in welcher man ſie meſſen und neuen Prüfungen unterwerfen kann.

Wir nehmen an, daß der untere Hahn offen ſey. In dieſem Falle wird die Verpuffung hörbar ſeyn; das Waſſer wird anfangs zurückgedrängt, dann aber in dem Maaße, als ſich der Waſſerdampf verdichtet, wieder empor in die Röhre gedrückt werden.

Wäre der Hahn im Gegentheil geſchloſſen, ſo würde weder ein Zurückdrängen noch ein Wiederemporſteigen des Waſſers ſtatt finden und folglich auch keine Verpuffung hörbar ſeyn, aber nachdem ſich ein mehr oder weniger vollkommen leerer Raum gebildet hat, ſteigt aus dem Waſſer eine große Menge kleiner Gasblaſen auf, welche in ihm aufgelöſt waren; dieſe Luft vermehrt den Gasreſt und verändert ihn ſowohl ſeiner Natur als ſeiner Mengenverhältniße nach.

Man hat empfohlen den Eudiometer mit ausgekochtem Waſſer zu füllen, allein dies verſchlukt einen kleinen Antheil des Gaſes, was man in denſelben bringt, wodurch neue Irrthümer veranlaßt werden.

Es iſt einfacher und ſicherer über gewöhnlichem Waſſer mit dem offnen Eudiometer zu arbeiten.

Da jedoch die ausgedehnten Gaſe im Augenblicke der Verpuffung aus dem Apparate gedrängt werden können, ſo verfertigte Gay-Luſſac einen Eudiometer, welcher alle bisher angezeigten Mängel vermeidet. Dieſer Apparat (Taf. 3. Fig. 17.) hat viel Ähnlichkeit mit einem Queckſilber Eudiometer. Er unterſcheidet ſich davon aber weſentlich durch ein Klappenventil, welches dem Waſſer den Eintritt in den leeren Raum erlaubt, aber kein Gas im Augenblick der Verpuffung heraustreten läßt.

Es giebt auch gewiſſe Körper, welche die Eigenſchaft beſitzen, durch ihre Berührung allein die plötzliche Verbindung des Sauerſtoffs und Waſſerſtoffs zu bewirken: hierher gehört das Platin. Dieſe ſonderbare Eigenſchaft, die von Döbereiner entdeckt wurde, wird beſonders erwähnt wer-

den bei Aufzählung der allgemeinen Eigenſchaften der Metallen, indem dieſe Körper beſagtes Vermögen in beſonders hohem Grade beſitzen.

34. Benutzung. Jederman weiß, daß das Waſſer auf ſehr mannichfaltige Weiſe benutzt wird. Die Waſſer, welche ſich auf der Erdoberfläche vorfinden, ſind wie bekannt weſentlich von einander verſchieden, was von der Natur der Subſtanzen herrührt, welche dieſe Flüſſigkeit aufgelöſt enthält. Die Unterſuchung des Waſſers in dieſer Beziehung wird ſpäter vorkommen. Man würde ſie nur ſchwierig verſtehen können, ehe man die Stoffe ſelbſt kennt, die in demſelben vorkommen und die es im Innern der Erde aufnimmt.

Hier erwähnen wir bloß, wie man mittelſt der Deſtillation aus dem gewöhnlichen Fluß- oder Brunnenwaſſer reines Waſſer verſchafft. Man verrichtet dieſe Deſtillation in Gefäßen von Glas oder Kupfer, je nachdem man kleine oder größere Mengen davon nöthig hat. Das deſtillirte oder reine Waſſer wird übrigens nur in den Laboratorien angewendet. Waſſer, was in den Künſten angewendet wird, braucht nie in dem Maaße rein zu ſeyn und kann ſelbſt häufig viel fremde Stoffe enthalten ohne dem Gegenſtande, wozu man es verwendet, zu ſchaden.

Waſſerſtoffſuperoxyd.

(Synonyme. Oxydirtes Waſſer.)

Dieſe ungewöhnliche Verbindung, im Jahre 1818 durch Thenard entdeckt, wird meiſt ſowohl in der Medizin als als in den Künſten ein ſehr kräftiges Mittel werden. Die einzige noch zu löſende Aufgabe beſteht darin, eine leichte und wohlfeile Bereitungsart aufzufinden, welche die Unterſuchungen zu vervielfältigen erlaubt, die zur Entdeckung nützlicher Anwendungen führen könnten. Man wird übrigens beſſer über die Wichtigkeit dieſes Körpers und über die Schwierigkeit, ihn in den Künſten einzuführen, urtheilen können, wenn wir ſeine Eigenſchaften und Bereitung beſchrieben haben werden.

36. Eigenſchaften. Das Waſſerſtoffſuperoxyd iſt bei gewöhnlicher Temperatur flüſſig, und bleibt es noch bis

— 30°. Es verflüchtigt ſich bei niedriger Temperatur im leeren Raume ohne zerſetzt zu werden; ſeine Spannkraft iſt jedoch viel ſchwächer als die des Waſſers. Unter dem Einfluße der Wärme zerſetzt es ſich leicht, und zwar ſo leicht, daß wenn man verſuchen wollte, es im concentrirten Zuſtande zu deſtilliren, es ſich ziemlich ſchnell in Waſſer und Sauerſtoff umwandeln und eine mehr oder minder ſtarke Detonnation hervorbringen würde. Verdünnt man es vor dem Erwärmen mit Waſſer, ſo zerſetzt es ſich zwar noch, aber ohne zu detonniren, und man bemerkt, daß die letzten Antheile Sauerſtoff am ſchwierigſten auszutreiben ſind. Dieſer Körper iſt ohne Geruch und Farbe; ſein Geſchmack hat Ähnlichkeit mit dem einiger Metallauflöſungen; er beſitzt eine Dichtigkeit von 1,452 und fließt gleich Syrup durch das Waſſer. Er zerſtört nach und nach die Farbe des Lakmus- und Kurkuma-Papiers und bleicht ſie ſelbſt. Er greift die Oberhaut an, bisweilen ziemlich ſchnell, und bleicht ſie indem man ein Prickeln verſpürt, deſſen Dauer nach Maaßgabe der Individuen der Menge und der Concentration der Flüſſigkeit verſchieden iſt. Bringt man Letztere wiederholt auf die Haut, ſo würde ſie dadurch zerſtört werden. Mit der Zunge in Berührung gebracht, bleicht es dieſelbe ſogleich und macht den Speichel dick und ſchäumend.

37. Zuſammenſetzung. Man kann das Waſſerſtoffſuperoxyd, wenn es eine Dichtigkeit von 1,452 hat, zuſammengeſetzt betrachten aus gleichen Volumen Sauerſtoffgas und Waſſerſtoffgas. Es enthält demnach

94,11	Sauerſtoff	oder 100,	1	Atom	Sauerſtoff
5,89	Waſſerſtoff	6,25	1	—	Waſſerſtoff
100,	Superoxyd	106,25	1	—	Superoxyd.

Die Dichtigkeit ſeines Dampfes iſt nicht bekannt, ſo daß man nicht weiß, in welchem Verhältniß ſich ſeine Beſtandtheile verdichten.

Man erfährt dieſe Zuſammenſetzung leicht, wenn man eine beſtimmte Menge des Waſſerſtoffſuperoxyds mittelſt Anwendung von Wärme zerſtört, nachdem es vorher mit Waſſer verdünnt worden. Der Verſuch wird in einer mit Queckſilber gefüllten Röhre vorgenommen, die man über der Queck-

ſilberwanne umkehrt. Das reine Superoxyd giebt 475 mal ſein Volumen Sauerſtoff. Man ſchätzt den Grad der Concentration des verdünnten oxydirten Waſſers auf dieſelbe Weiſe, und nennt z. B. oxydirtes Waſſer zu 8 oder 10 Volumen dasjenige, was das 8 oder 10 fache ſeines Volumens Sauerſtoff bei der Zerſetzung giebt. Überläßt man das Waſſerſtoffſuperoxyd ſich ſelbſt, ſo zerſetzt es ſich, mag es im Lichte oder im Dunkeln ſtehen. Es läßt ſich nicht Monate lang aufbewahren, ohne ſich zu verändern, ſelbſt oft nach einigen Tagen iſt es ſchon theilweiſe zerſetzt. Mit Eis umgeben und gegen die Berührung mit jedem fremdartigen Körper geſchützt, würde es ſich ohne Zweifel aufbewahren laſſen, aber dieſe letzte Bedingung iſt ſchwerer zu erfüllen als man glaubte, da überhaupt ſchon einige Staubtheilchen nach und nach eine beträchtliche Menge dieſes Körpers ganz zerſetzen können.

Das Waſſerſtoffſuperoxyd, in Berührung mit verſchiedenen Körpern gebracht, verhält ſich auf eine höchſt merkwürdige Weiſe. Dieſe Erſcheinungen ſind um ſo bemerkenswerther, da ſie ſehr viel Aufſchluß über eine Art von Wirkung geben, die wahrſcheinlich in vielen andern Fällen eine ſehr wichtige Rolle ſpielt, welche aber ſtets durch Nebenumſtände ſo zu ſagen verhüllt, nicht gehörig erkannt und genau beſtimmt werden konnte. Da dieſer Körper bei einer Temperatur von 25 bis 30° zerſetzt wird, ſo leuchtet ein, daß es ſich in Sauerſtoff und Waſſer verwandeln wird durch die Wirkung vieler Körper, wenn dieſe eine ſtarke Anziehung entweder zum erſtern oder letztern haben ſollten. Es haben alſo Thatſachen dieſer Art nichts, was beſonders auffallen könnte. Aber in vielen Fällen findet die Trennung des Sauerſtoffs und Waſſers ſtatt durch die bloße Berührung mit Körpern, die weder ſich mit dem Waſſer noch mit dem Sauerſtoff vereinigen, ferner werden Oxyde, welche die Eigenſchaft beſitzen, das oxydirte Waſſer zu zerſtören, ſelbſt plötzlich zerſetzt, indem Metall und Sauerſtoff ſich trennen, zu gleicher Zeit wenn das oxydirte Waſſer ſich in Sauerſtoff und Waſſer umwandelt. Gewöhnlich iſt es nöthig, daß die Körper fein zertheilt ſind, damit ihre Einwirkung vollkommen und raſch ſtattfinde, und wenn dieſe Bedingung ganz erfüllt

iſt, ſo wird jeder Tropfen Waſſerſtoffſuperoxyd, welchen man auf ſie fallen läßt, eine plötzliche Detonnation hervorbringen unter Entbindung von Wärme und ſogar bisweilen von Licht. Um dieſe Verſuche recht bequem anzuſtellen, bringt man den Körper in ein Probirglas, oder in eine an dem einen Ende zugeſchmolzene Röhre, und fügt das oxydirte Waſſer mittelſt eines ganz kleinen in eine feine Röhre ausgezogenen Stechhebers (Pipette) hinzu. Operirt man über Queckſilber, ſo kann man die Produkte ſammeln und prüfen. Auf dieſe Weiſe hat Thenard folgende Reſultate erhalten:

Unter den einfachen nicht metalliſchen Körpern wirken das Selen und der Kohlenſtoff allein auf das oxydirte Waſſer. Das Selen verwandelt ſich in Säure, und der Kohlenſtoff treibt den Sauerſtoff aus, ohne ſich mit ihm zu verbinden.

Silber, Platin, Gold, Osmium, Palladium, Rhodium, Iridium in ſehr fein zertheilten Zuſtande zerſetzen das Superoxyd ſehr raſch und treiben den Sauerſtoff aus, ohne eine Verbindung mit ihm einzugehen. Als Feilſpäne oder ſelbſt in Maſſe wirken dieſe Körper noch, aber ſchwach im Vergleich mit den erſten Erſcheinungen.

Blei, Wismuth und Queckſilber üben anfangs eine langſame Wirkung, die jedoch nachher zunimmt; der Sauerſtoff entbindet ſich und die Metalle werden nicht oxydirt.

Kobalt, Nickel, Kadmium und Kupfer wirken nur äuſſerſt ſchwach. Eiſen, Zinn, Antimon und Tellur ſcheinen ohne Wirkung zu ſeyn.

Nicht alle Metalle beſchränken ſich bloß darauf, den Sauerſtoff auszutreiben, ſondern verbinden ſich auch zugleich mit dieſem Körper: hierher gehören das Kalium und Natrium, wie leicht voraus zu ſehen war. Ein Theil Sauerſtoff entbindet ſich ſtets, während ein zweiter von dem Metall aufgenommen wird. Arſenik, Molybdän, Wolfram und Chrom gehören noch hierher. Arſenik und Molybdän, Kalium und Natrium zeigen die lebhafteſte Wirkung. Es findet Lichtentwicklung ſtatt, was jedoch bei Wolfram und Chrom nicht der Fall iſt. Endlich ſcheint das Mangan und Zink auf dieſelbe

Weiſe zu wirken, allein die Einwirkung des Letztern iſt ſehr ſchwach.

Die Schwefelmetalle bieten Erſcheinungen dar, die man leicht voraus ſehen konnte. Die der Baſen bildenden Metalle werden in ſchwefelſaure Salze verwandelt und die der Säurungsfähigen Metalle werden Säuren, während der Schwefel frei wird; Schwefelwismuth und Schwefelzinn wirken nur ſchwach, dagegen Schwefelſilber und Schwefelqueckſilber gar nicht.

Die Metalloxyde wirken ſehr verſchiedenartig auf das oxydirte Waſſer. Baryt, Strontian, Kalk, Zinkoxyd, Kupferoxydul und Oxyd, Nickeloxyd, Mangan- Eiſen- Zinnoxydul, Kobaltoxyd, Arſenikoxyd und ohne Zweifel noch Andere verſchlucken den Sauerſtoff, indem ſich dadurch höhere Oxydationsſtufen bilden. Soll der Verſuch gelingen, ſo muß das Waſſerſtoffſuperoxyd mit Waſſer verdünnt und das Metalloxyd entweder aufgelößt oder im Hydratzuſtand ſeyn.

Die meiſten dieſer Oxyde, wenn ſie vorher geglüht worden, treiben den Sauerſtoff wenigſtens zum Theil aus dem oxydirten Waſſer.

Das Mangan- und Kobalt-Superoxyd, das gelbe Bleioxyd, und das Eiſenoxydhydrat äußern die ſtärkſte Wirkung, werden aber nicht verändert. Die alkaliſchen Oxyde und die Magneſia ſelbſt zerſetzen dieſen Körper ebenfalls, jedoch nur langſam.

39. Ohne Zweifel aber ſind die Oxyde der letzten Abtheilung *) der Metalle diejenigen, welche die ſonderbarſte Wirkung zeigen. Kaum in Berührung mit dem Waſſerſtoffſuperoxyd gebracht, werden ſie reduzirt, indem ſie nämlich ihren Sauerſtoff abgeben und wieder als Metall erſcheinen, und das Superoxyd ſelbſt wird zerſetzt, mit heftiger Wärmeentwicklung, der ſich ſelbſt bisweilen Lichterſcheinungen zugeſellen. Es iſt ſehr wahrſcheinlich, daß die Erhöhung der Temperatur zur Reduktion des Oxydes beiträgt; allein ſie iſt nicht die einzige Urſache, denn das durch Waſſer ver-

*) Bezieht ſich auf die von Thenard in ſeinem Handbuche der Chemie aufgeſtellte Klaſſification der Metalle, welche im zweiten Bande dieſes Werkes ſtehen wird.

dünnte Superoxyd bietet dieſelben Erſcheinungen dar, obgleich hierbei die Temperatur nicht merklich erhöht wird.

Endlich fügen wir noch hinzu, daß es auch unter den organiſchen Stoffen ſolche giebt, welche den Sauerſtoff raſch austreiben, während dagegen andere durchaus wirkungslos ſind. Der Faſerſtoff z. B. das Lungengewebe, die Nieren und überhaupt die thieriſchen Gewebe zerſetzen das oxydirte Waſſer ſehr ſchnell und unaufhörlich. Der Sauerſtoff entbindet ſich rein, und die thieriſche Materie hat weder etwas aufgenommen, noch etwas verloren. Der Eiweißſtoff, die Gallerte, ſo wie die übrigen für ſich dargeſtellten thieriſchen Stoffe, ſcheinen im Gegentheil keine Wirkung zu äuſſern.

40. Bereitung. Das oxydirte Waſſer wird bereitet, indem man das mit Waſſer angerührte Baryumſuperoxyd mit einer Säure behandelt, wobei das Gemenge in einer niedrigen Temperatur von + 4° oder + 5° während der Einwirkung erhalten wird. Es erzeugt ſich ein Baryumoxydſalz, während der freiwerdende Sauerſtoff ſich mit dem Waſſer vereinigt.

Nehmen wir an, man habe Chlorwaſſerſtoffſäure angewendet. Wenn man den chlorwaſſerſtoffſauren Baryt mittelſt Schwefelſäure zerſetzt, ſo bildet ſich unauflöslicher ſchwefelſaurer Baryt und die Flüſſigkeit wird nun oxydirtes Waſſer, Waſſer und Chlorwaſſerſtoffſäure enthalten. Man behandelt jetzt eine neue Menge von Baryumſuperoxyd und wiederholt dieſelbe Operation mehreremal. Hat man endlich die Flüſſigkeit mit einer hinreichenden Menge Sauerſtoff verſehen, ſo behandelt man das Gemiſch von oxydirtem Waſſer und chlorwaſſerſtoffſaurem Baryt mit ſchwefelſaurem Silber, wodurch ſich ſchwefelſaurer Baryt und Chlorſilber, beide unauflöslich, bilden und die Flüſſigkeit bleibt rein zurück. Dieß iſt ein Gemenge von Waſſer und Waſſerſtoffſuperoxyd, von welchem man das Waſſer unter der Luftpumpe mittelſt Schwefelſäure, die man zu gleicher Zeit unter dieſelbe bringt, entfernen kann. (Weiteres darüber findet man in dem Lehrbuch der Chemie von Thenard.) Fände dieſe Subſtanz eine Anwendung, ſo würden dieſe Vorſichtsmaßregeln unnütz

ſeyn, denn die Gegenwart eines Salzes im Waſſer, worin ſie aufgelöſt iſt, verändert ſeine Haupteigenſchaften nicht. Man dürfte ſich dann nur auf die Behandlung des Baryumſuperoxyds mit Salpeterſäure oder Chlorwaſſerſtoffſäure beſchränken, ſo daß man nur oxydirtes Waſſer und Chlorbaryum oder ſalpeterſauren Baryt erhielte, die man im Waſſer laſſen könnte. Dieß Gemenge würde dann wie reines oxydirtes Waſſer anzuwenden ſeyn. Wenn die Gegenwart von Baryt ſchädlich wirken könnte, ſo dürfte man die Flüſſigkeit nur mit ſchwefelſaurem Natrum behaudeln und es würde dann Chlornatrium oder ſalpeterſaures Natrum aufgelöſt bleiben, die in den meiſten Fällen ganz ohne Wirkung ſind.

Die Reſultate bei Bereitung des oxydirten Waſſers ſind:

Angewendete Atome.

1 Baryumſuperoxyd	1056,88
4 waſſerfreie Chlorwaſſerſtoffſäure	455,13

Erzeugte Atome.

2 Waſſerſtoffſuperoxyd	212,48
1 Chlorbaryum . .	1299,53

Hieraus folgt, daß 100 Gramme Baryumſuperoxyd 20 Gramme reines oxydirtes Waſſer geben. Da es nicht wahrſcheinlich iſt, daß man es in dieſem Zuſtand in der Medizin oder den Künſten nöthig haben wird, indem das verdünnte genügen dürfte, ſo erſieht man hieraus, daß die Operation viel davon liefern wird, wenn man ſelbſt nur 100 Gramme Baryumſuperoxyd anwendet. Man würde mit dieſer Menge 20 Gramme Waſſer zu 475 Volumen Sauerſtoff, oder 100 Gramme zu 70 Volumen, 200 zu 35 Vol., 500 zu 14 Vol., oder endlich 1000 zu 7 Vol. erzeugen können.

41. Benutzung. Der hohe Preis der Subſtanz macht die Anwendung ſehr beſchränkt. Thenard hat ſich deſſelben bedient, um alte, durch die Verwandlung des kohlenſauren Bleis in Schwefelblei, ſchwarz gewordene Waſſerfarben-Gemälde wieder herzuſtellen. Sobald nur ſehr ſchwaches oxydirtes Waſſer, was nur 5 oder 6 Vol. Sauerſtoff zu enthalten braucht, in Berührung mit grau-ſchwarzem Schwefel-

blei gebracht wird, ſo verwandelt ſich dieſes in weißes ſchwefelſaures Blei. Die urſprüngliche Farbe wird auf dieſe Weiſe in ſeiner ganzen Reinheit hergeſtellt. Dieſer Verſuch, der anfangs mit Erfolg an einem Gemälde von Raphael vorgenommen wurde, iſt ſeitdem wiederholt worden und wird ſelbſt den ungeübteſten Händen gelingen. Es reicht ſchon hin, mit einem in die oxydirte Flüſſigkeit getauchten Pinſel die ſchwarz gewordenen Stellen leiſe zu berühren, um ſich nach einigen Minuten wie durch einen Zauber gebleicht zu ſehen. Die hohe Achtung der Liebhaber für die unnachahmlichen Spuren, welche die Zeit auf dieſen koſtbaren Kunſtgegenſtänden zurückläßt, wird einzig und allein verhindern, ſie alle in ihrer urſprünglichen Schönheit wieder herzuſtellen.

Capitel III.

Chlor. — Chlorwaſſerſtoffſäure. — Chlorſäure. — oxydirte Chlorſäure. — Chloroxyde.

(Synonyme. Chlorin, Halogen, oxydirte, oxygenirte, dephlogiſtiſirte Salzſäure. Lat. Chlorum, acidum muriaticum oxygenatum. Franz. Chlore, acide muriatique oxigèné).

Chlor.

42. **Eigenſchaften.** Im reinen Zuſtande beſitzt das Chlor eine grünlich gelbe Farbe, und einen unangenehmen ſtarken Geruch und Geſchmack, der ein beſonderes Gefühl von Wärme erregt, woran es leicht erkannt werden kann. Seine Dichtigkeit iſt 2,4216 verglichen mit der Luft. Seine lichtbrechende Kraft iſt 2,623 nach Dulong. Taucht man eine angezündete Kerze in einen mit Chlor gefüllten Glaszylinder, ſo wird die Flamme blaß, röthet ſich hierauf und verliſcht endlich. Die Pflanzenfarben mit dieſem Gaſe in Berührung gebracht, werden ſchnell zerſtört; man kann ſich davon leicht überzeugen, wenn man in Flaſchen, die mit Chlor gefüllt ſind, etwas Lakmus- oder Veilchen-Aufguß, Roſenblätter oder ſelbſt gewöhnliche Dinte bringt. Nachdem dieſe Stoffe kürzere oder längere Zeit damit in Berührung geweſen, ſo ſind ſie ganz entfärbt. Man ſchreibt dieſe Erſcheinungen der Verwandtſchaft des Chlors zum Waſſerſtoff zu, welche dieſe Stoffe enhalten. Wir werden ſpäter darauf zurückkommen.

43. Bei gewöhnlicher Temperatur und gewöhnlichem Luftdruck iſt das Chlor ſtets gasförmig, aber wenn man es zugleich der Wirkung eines ſtarken Druckes und einer niedern Temperatur ausſetzt, ſo wird es tropfbar flüſſig. In

dieſem neuen Zuſtande iſt es eine klare gelbe Flüſſigkeit, leicht flüſſig und äußerſt flüchtig, wenn es dem gewöhnlichen Druck wieder ausgeſetzt wird. Seine Dichtigkeit mit der des Waſſers verglichen iſt ungefähr 1,33. Seine lichtbrechende Kraft iſt etwas geringer als die des Waſſers und ſein Dampf bei + 15° c. beſitzt eine Spannkraft, die der von vier Atmosphären gleich iſt. Man kann es in gekrümmten Röhren, die hermetiſch verſchloſſen ſind, deſtilliren; bei + 37° c. ſcheint es in's Kochen zu gerathen. Dieſe Operation verändert ſeine Eigenſchaften nicht. Man konnte es noch nicht in feſter Geſtalt erhalten, ſelbſt wenn es einer Temperatur von — 18° c. ausgeſetzt wurde. Alle dieſe Erſcheinungen wurden von Faraday beobachtet. (Archiv für die geſammte Naturlehre von Kaſtner. 1ten Band, S. 97.)

Auf gasförmiges Chlor, wenn es rein und trocken iſt, äußert weder die Wärme, noch das Licht oder die Elektrizität eine Wirkung. Dies iſt jedoch nicht im feuchten Zuſtande der Fall, und um die Erſcheinungen beſſer zu verſtehen, welche die Gegenwart des Waſſers hervorbringt, werden wir zuerſt unterſuchen, wie es ſich gegen dieſes verhält.

44. Bei einer Temperatur von 20° und unter gewöhnlichen Luftdruck löſt das Waſſer ein und ein halb Maaß von dieſem Gaſe auf. Die Auflöſung iſt an Farbe, Geruch und Geſchmack dem gasförmigen Chlor ziemlich ähnlich. Seine Wirkung auf die organiſchen Farbſtoffe iſt dieſelbe. Wird es einer Kälte von 2° oder 3° unter Null ausgeſetzt, ſo bildet es dunkelgelbe blättrige Kryſtalle. Gießt man die überſchüſſige Flüſſigkeit ab, ſo können dieſe Kryſtalle getrennt für ſich erhalten werden; ſie ſind bei erwähnter Temperatur beſtändig, fangen aber zu ſchmelzen an, ſobald dieſe auf 10 bis 12° ſteigt.

Sie bilden dann eine wäſſerige Chlorauflöſung, und eine beträchtliche Menge Gas entbindet ſich, indem ein mehr oder minder raſches Aufbraußen ſtatt findet. Dieſe Kryſtalle müſſen demnach als ein Chlorhydrat betrachtet werden, und nach Faraday's Verſuchen beſtehen ſie aus 27,7 Chlor und 72,3 Waſſer oder beinahe aus 1 Atom Chlor und 5 At. Waſſer.

Läßt man Waſſerdampf und Chlor durch eine weiß glühende Röhre ſtreichen, ſo erzeugt ſich Chlorwaſſerſtoffſäure und Sauerſtoff. Das Waſſer wird alſo durch das Chlor zerſetzt. Die Anweſenheit dieſes Körpers erleichtert auch die Zerſetzung des Waſſers mittelſt der galvaniſchen Säule. Eine Chlorauflöſung giebt in dieſem Fall Chlor und Sauerſtoff am poſitiven und Waſſerſtoff am negativen Pol. In dem Maaße, als hierbei das Waſſer zerſetzt wird, bildet ſich Chlorwaſſerſtoffſäure, welche ihrer Seits wieder zerſtört wird, woraus ſich erklärt, daß das Chlor ſich an den poſitiven Pol begiebt. Beim Einfluß des Sonnenlichtes erzeugen ſich verſchiedene Produkte. Es bildet ſich Chlorwaſſerſtoffſäure, Sauerſtoff entbindet ſich wie bei höherer Temperatur, aber man erhält weniger Säure und viel weniger Sauerſtoff, was von der gleichzeitigen Bildung einer Säure, der Chlorſäure herrührt.

Hieraus geht hervor, daß die Beſtandtheile der wäſſerigen Chlorauflöſung ſehr beweglich ſind; um ſie daher aufzubewahren, muß ſie in Gläſer, die mit ſchwarzen Papier überzogen ſind, gefüllt und in gewöhnlicher Temperatur erhalten werden. Ungeachtet dieſer Vorſichtsmaaßregeln verliert ſie doch nach und nach ihre Eigenſchaften indem ſie ſich in Säure verwandelt.

45. Bereitung. Das Chlor findet ſich in großer Menge in der Natur, aber ſtets mit andern Körpern verbunden. Um es ſich rein zu verſchaffen, kann man verſchiedene Verfahren anwenden. Das einfachſte iſt, 100 Gramme käufliche Chlorwaſſerſtoffſäure, beſtehend aus einer geſättigten Auflöſung dieſer Säure in Waſſer, und 30 Gramme pulveriſirtes Manganſuperoxyd zu nehmen. Man bringt dieß Oxyd in eine Glasflaſche, gießt die Säure darauf und ſchüttelt einige Augenblicke, damit das Pulver wohl befeuchtet werde. Die Flaſche oder der Kolben muß zur Hälfte leer bleiben, weil im Augenblicke, wo dieſe Körper ſich berühren, oder noch mehr bei Anwendung von Wärme, ſich ein Gas in groſſen Blaſen auf der Oberfläche der Flüſſigkeit entbindet, welches letztere zum Theil aus dem Gefäße treiben würde, wenn es zu klein wäre. Man ſetzt nun den auf der äußern Fläche

trocknen und reinen Kolben auf einen mit einigen glühenden Kohlen verſehenen chemiſchen Ofen, und bringt an deſſen Öffnung eine gekrümmte Glasröhre, mit deren Hülfe man das ſich entbindende Gas über Waſſer auffängt. Anfangs läßt man einen Theil davon fortgehen, bis die atmosphäriſche Luft aus dem Kolben entwichen und durch Chlor erſetzt iſt, welches man in Flaſchen mit eingeriebenen Glasſtöpſeln auffängt, die man vorher mit Waſſer gefüllt hat. Die Reinheit dieſes Gaſes erkennt man an ſeiner grünlich gelben Farbe und an der Eigenſchaft, ganz von einer wäßrigen Kaliauflöſung verſchluckt zu werden *). Man verſchließt die Flaſchen gut, noch unter Waſſer, indem man ſo wenig als möglich davon im Innern derſelben läßt. Die Operation iſt beendigt, wenn im leeren Theil des Kolbens die Farbe des Chlors nicht mehr ſichtbar iſt; es entbindet ſich dann nur Waſſerdampf.

Die Erſcheinungen, welche bei dieſem Verſuche ſtatt finden, ſind leicht erklärlich. Die Chlorwaſſerſtoffſäure iſt aus Waſſerſtoff und Chlor, und das Manganſuperoxyd aus Sauerſtoff und Mangan zuſammengeſetzt. Es bildet ſich Waſſer, Chlor-Mangan und Chlor, welches Letztere ſich als Gas entbindet. Das erzeugte Waſſer mengt ſich mit dem ſchon in der Säure vorhandenen und das Chlormangan bleibt in der Flüſſigkeit aufgelöſt, woraus es durch Abdampfen gewonnen werden kann. Es iſt begreiflich, daß kein Chlor frei werden würde, wenn ſich ein dem Manganſuperoxyd entſprechender Chlormangan bilden würde. Die Erzeugniſſe der Operation wären in dieſem Falle ganz einfach: Waſſer und Manganſuperchlorid, allein dieſe Verbindung ſcheint nicht zu exiſtiren. Folgendes ſind die Zahlen-Ausdrücke der wirklichen Erfolge:

*) Bleibt ein Gasrückſtand, nachdem man das Chlorgas mit etwas Kaliauflöſung geſchüttelt hat, ſo deutet es auf Verunreinigung mit atmosphäriſcher Luft; um dies zu erkennen, öffnet man das Glas, welches Chlor und wäſſeriges Kali enthält nach dem Schütteln unter Waſſer; welches ſogleich den innern Raum deſſelben erfüllen wird, wenn keine Art von atmosphäriſcher Luft vorhanden iſt. E.

Angewendete Atome.		Hervorgebrachte Atome.	
1 Manganſuperoxyd	555,78	2 Chlor . . .	442,64
8 Chlorwaſſerſtoffſäure	910,24	4 Waſſer . .	224,96
		1 Manganchlorür	798,42

46. Statt ſich der Chlorwaſſerſtoffſäure zu bedienen, kann man auch Kochſalz anwenden, welches eine Verbindung von Chlor und Natrium iſt. *)

Hierbei handelt es ſich darum, das Natrium aus der Verbindung fortzuſchaffen, dies wird bewirkt, indem man 50 Gramme Manganſuperoxyd und 200 Gramme Kochſalz mengt und in einem Mörſer von Eiſen oder Meßing mit einander ſtößt. Das Gemenge wird nachher in einen Kolben gebracht und 100 Gramme concentrirte Schwefelſäure nebſt 100 Gramme Waſſer zugefügt; man wird wohl thun, die letztern beiden vorher vorſichtig in einem andern Gefäße mit einander zu miſchen, damit durch die ſtarke Erhitzung der Kolben nicht zerſpringe. Dieſer muß ſo groß ſeyn, daß er von den vier Subſtanzen nur zur Hälfte angefüllt wird. Man ſetzt in ſeine Öffnung hierauf eine gekrümmte Röhre ein, erwärmt ihn langſam und ſammelt das Gas über Waſſer auf, wie beim vorigen Verſuch; die Beendigung der Operation wird an demſelben Zeichen erkannt.

Man erhält als Rückſtand ſchwefelſaures Manganoxydul, und ſchwefelſaures Natrum, indem alles Chlor verſchwunden und frei geworden iſt. Um ſich zu erklären, was bei der Operation vorgegangen iſt, muß man annehmen, daß das Waſſer zum Theil zerſetzt wird und durch ſeinen Sauerſtoff das Natrium oxydirt, während ſein Waſſerſtoff das Chlor in Chlorwaſſerſtoffſäure umwandelt. Das gebildete Natrum verbindet ſich mit der Schwefelſäure und erzeugt ſchwefelſaures Natrum; die Chlorwaſſerſtoffſäure dagegen wirkt nun auf das Manganſuperoxyd, woraus eine neue Quantität Waſſer, freies Chlor und ſchwefelſaures Manganoxydul entſteht. Es kann ſich hierbei kein Chlormangan bil-

*) Dieſes Verfahren möchte wohl bis jetzt noch im Allgemeinen in Deutſchland das vortheilhafteſte ſeyn, weil die Salzſäure wohl ſchwerlich ſchon verhältnißmäßig ſo billig geliefert wird, als in Frankreich. E.

den, denn dieſes Salz würde augenblicklich durch die Schwefelſäure auf dieſelbe Weiſe wie das Chlornatrium zerſetzt werden. Um das Verſtehen dieſer Erſcheinung, ſo wie ihre Berechnung zu erleichtern, laſſen wir hier die Ergebniße in Zahlen folgen, welche die verſchiedenen Verbindungen ausdrücken, die ſich in drei auf einander folgenden Zeiträumen bilden.

1ter Zeitpunkt. — Augenblick der Miſchung.

1 Atom Chlornatrium	733,56
1 Atom Manganſuperoxyd	555,78
2 Atom waſſerfreie Schwefelſäure	1002,32
2 Atom Waſſer	112,48

2ter Zeitpunkt.

1 Atom ſchwefelſaures Natrum	892,08
1 Atom Manganſuperoxyd	555,78
1 Atom waſſerfreie Schwefelſäure	501,16
4 Atom Chlorwaſſerſtoffſäure	455,12

3ter Zeitpunkt. — Beendigte Operation.

1 Atom ſchwefelſaures Natrum	892,08
1 Atom ſchwefelſaures Manganoxydul	956,94
2 Atom Waſſer	112,48
2 Atom Chlor	442,64

Die erſte Reihe ſtellt den Zuſtand der Stoffe vor dem Verſuche dar; die Zweite den, in welchem ſie angenommen werden nach der Umwandlung des Chlornatriums in Chlorwaſſerſtoffſäure und ſchwefelſaures Natrum. Vergleicht man die erſte und letzte Reihe mit einander, ſo ſieht man, daß die Waſſermenge dieſelbe bleibt, daß die zwei Atome Schwefelſäure erſetzt worden ſind durch eben ſo viel Atome Chlor, und daß die Oxyde vom Mangan und Natrium in neutrale ſchwefelſaure Salze verwandelt worden.

Man muß jedoch nicht glauben, daß die Operation ſelbſt in verſchiedenen Zeiträumen ſtatt finde, wie es dieſe Tafel vorausſetzt. Im Gegentheil vom Anfang bis zu Ende des Verſuches dauert die Entbindung des Chlors, woraus hervorgeht, daß alle angeführten Erſcheinungen zugleich und in verſchiedenen Theilen des Gemenges ſtatt finden. Außer dem Vortheil jedoch, der ſich im Allgemeinen ergiebt, wenn man

die Erſcheinungen auf einfache obgleich theoretiſche Bedingungen zurück führt, bietet dieſe Tafel noch ein beſonderes Intereſſe in induſtrieller Beziehung dar.

47. Man iſt wirklich in dem Falle, beträchtliche Quantitäten Chlor für die Bedürfniſſe des Handels bereiten zu müſſen, und man kann ſich in Folge der vorhergehenden Ergebniſſe überzeugen, daß die gebräuchlichen Verfahrungsarten vortheilhafte Abänderungen erleiden können. Die zweite Reihe unſerer Tafel bietet ein Gemenge von 4 Atomen Chlorwaſſerſtoffſäure, 1 Atom Schwefelſäure und 1 Atom Manganſuperoxyd dar, nachdem man das ſchwefelſaure Natrum abgerechnet hat, welches keine weitere Wirkung mehr äußert. Die letzte Reihe zeigt an, daß die Chlorwaſſerſtoffſäure 2 Atome Chlor gegeben hat. Da nun bei dem erſten Verfahren 8 Atomen Chlorwaſſerſtoffſäure oder das Doppelte angewendet werden mußte, um eine gleiche Menge Chlor zu erhalten, ſo würde es in gewiſſen Fällen vortheilhaft ſeyn, ein Gemenge von 4 Atom Chlorwaſſerſtoffſäure, 1 Atom Schwefelſäure und 1 Atom Manganſuperoxyd zu nehmen. Alles Chlor würde frei werden und es würde nur ſchwefelſaures Manganoxydul als Rückſtand bleiben. Dagegen beſteht der Rückſtand bei dem erſten Verfahren in Manganchlorür, welches in Waſſer aufgelöſt iſt. Es würde leicht ſeyn, dies auf andere Weiſe zu benützen. Miſcht man das Chlorür mit Manganſuperoxyd und Schwefelſäure, ſo würde dadurch eine Reihe von Erſcheinungen veranlaßt, welche durchaus jenen ähnlich ſind, die ſtatt finden, wenn man Kochſalz mit den nämlichen Stoffen mengt. Die Tafel, welche dieſe darſtellt, kann zugleich dienen, um ſich Rechenſchaft davon abzulegen, man darf hierbei nur das Manganatom überall an die Stelle des Natriumatoms ſetzen.

Die genauere Betrachtung dieſer Verfahrungsarten führt uns alſo auf zwei verſchiedene Methoden, die ſich eignen, aus einer beſtimmten Menge Chlorwaſſerſtoffſäure eine doppelt ſo große Menge Chlor darzuſtellen, als diejenige iſt, welche man durch das gewöhnliche Verfahren gewinnt.

Alle dieſe Verfahrungsarten ſind übrigens gleich leicht. Wir werden jedoch derjenigen den Vorzug geben, welche in

der Behandlung des Manganſuperoxyds mit einem Gemenge von Chlorwaſſerſtoffſäure und Schwefelſäure beſteht. Man bringt zu dem Behuf das Manganſuperoxyd, das Waſſer und die Schwefelſäure in die Gefäße und fügt zuletzt die Chlorwaſſerſtoffſäure nach und nach hinzu. Das Chlor entbindet ſich ſogleich, und um die Operation im Gange zu erhalten, reicht es hin die anfangs durch die Miſchung der Schwefelſäure mit Waſſer entbundene Wärme durch ein ſchwaches Feuer zu unterhalten. Dieſes Gemenge iſt übrigens weniger dem Aufblähen unterworfen als die beiden andern; auch iſt das ſich entbindende Chlor trockner, weil die Gegenwart der Schwefelſäure indem ſie den Siedepunkt des Waſſers erhöht, das Chlor entbinden macht, noch ehe das Gemenge kocht.

48. Wir haben bisher nur die Bereitung des Chlors im Kleinen betrachtet, weshalb es jetzt nöthig iſt, anzugeben, wie die Apparate abgeändert werden müſſen, um zur Fabrikation im Großen ſich zu eignen. Als das Chlor in die Bleichkunſt durch Berthollet eingeführt wurde, bediente man ſich wäſſeriger Chlorauflöſungen; heut zu Tage aber hat man dieſe durch Auflöſungen von Chlorkalk erſetzt. Im zweiten wie im erſten Falle muß man ſich jedoch zuvörderſt gasförmiges Chlor verſchaffen, und dieſes nachher entweder durch gewöhnliches Waſſer oder durch Waſſer, das gebrannten Kalk oder Kreide aufgeſchlemmt enthält, verſchlucken laſſen.

Wir werden auf den Chlorkalk ſpäter wieder zurück kommen. Hier beſchränken wir uns darauf, zu bemerken, daß das mit Kalk verbundene Chlor gerade wie eine wäſſerige Chlorauflöſung wirkt. Da die Vorrichtung, welche man zur Bereitung des Chlors im Großen in beiden Fällen anwendet, dieſelbe iſt, ſo werden wir ſie hier beſchreiben.

Welches Verfahren man auch vorzugsweiſe anwenden mag, ſo müſſen doch die Gefäſſe aus Glas oder Irdenzeug mit Vorſicht angewendet werden. Da das Manganſuperoxyd ſtets zu Boden fällt, ſo bildet ſich unten eine dichte Rinde, die ſich an das Gefäß feſt anlegt und die Flüſſigkeit hinab zu dringen eine Zeit lang hindert. Die Temperatur ſteigt dann bald in dieſem Theile ſelbſt über den Sie-

depunkt des Gemenges, und wenn nun plötzlich ein Durchſickern ſtatt findet, ſo verurſacht das plötzliche Zuſammenziehen des Glaſes oder Steingutes ein Zerſpringen des Gefäßes.

Man beugt dieſem Unfalle vor, wenn man das Gemenge im Marienbad erwärmt, oder auch wohl, wenn die gläſernen oder thonenen Gefäße, die mit Thon lutirt ſind, in einem Ofen ſo erhitzt werden, daß das Gefäß am Boden nicht unmittelbar erhitzt wird, ſondern daß nur deſſen Seiten von der Flamme berührt werden.

Die Glasgefäße kommen übrigens gewöhnlich theurer zu ſtehen, als jene aus Irdenzeug oder Blei, die man gewöhnlich anwendet.

Die Gefäße von gebranntem Thon, die man beſonders dazu verfertigt, (die von Saint-Aubin bei Beauvais ſind in Frankreich die geſchätzteſten) halten 60 bis 80 Liter; ſie ſind faſt eiförmig und haben oben eine 6 Zoll weite Öffnung, die zum Einbringen des Gemenges und Ausbringen des Rückſtandes beſtimmt iſt, und außerdem noch eine Tubulirung, in welche man eine Glas- oder Blei-Röhre einſetzt, die zur Leitung des Gaſes beſtimmt iſt. (Taf. 6. Fig. 2.) Die Fugen der Tubulirung ſind ſorgfältig mit fettem Kitt *) verwahrt, worüber man gewöhnlich einen Streifen feuchter Blaſe bindet, um denſelben feſtzuhalten. Die große Öffnung wird auf eine ſehr einfache Weiſe verſchloſſen; der Rand derſelben iſt mit einer kreisrunden Rinne verſehen, welche man mit fettem Kitt füllt. Man legt hierauf einen Schlußdeckel aus Blei auf die Mündung, der auf ſeiner untern Fläche eine jener Rinne entſprechende kreisrunde Erhöhung beſitzt, und verſchließt nun das Gefäß feſt, mittelſt eines durch ein Scharnier in die Mauer befeſtigten Hebels, welcher an ſeinem freien Ende durch einen doppelten Strick mit einem in die Erde gemauerten Ring verbunden wird. Indem man

*) Man bereitet den fetten Kitt aus Leinöl, was vorher mit 1/15 Bleiglätte gekocht worden, und trocknem pulveriſirten Thon. Das Gemenge muß eine nicht zu weiche bildſame Maſſe ſein. Ein Gemenge von Leinkuchen, Mehl, und Kleiſter wird ebenfalls bei Bereitung von Säuren ſehr häufig als Kitt angewendet. E.

den Strick mittelſt eines Stockes zuſammendreht, giebt man in einigen Sekunden den nöthigen Druck.

Das Gas begiebt ſich durch die Glas- oder Blei-Röhre in eine Woulf'ſche Flaſche, wo es gewaſchen wird *). Dieſe Flaſche muß 10 Liter halten und mit einer Sicherheitsröhre und einem Hahn verſehen ſeyn, durch welchen letztern man das Waſſer ablaſſen kann, wenn es zu ſehr mit Säure beladen iſt, welche beſtändig das Gas begleitet. Von hier geht das Gas in ein großes hölzernes Gefäß, welches 8 Fuß Durchmeſſer und 10 Fuß Höhe haben kann, wenn man beſtändig zwei Gasapparate im Gange hat. Dieſe Kufe, gewöhnlich aus Eichenholz mit eiſernen Reifen beſchlagen, muß außen getheert und innen mit einem Firniß, bereitet aus Wachs, Harz und Terpentin, überzogen ſeyn. Sie iſt durch einen eingefugten Deckel verſchloſſen, welcher mit einer Öffnung verſehen iſt, in der ſich ein hölzerner, gleichfalls gefirnißter Zylinder befindet. Dieſer Zylinder geht drei Fuß tief in die Kufe hinein und ragt 3 Fuß darüber heraus; ſein Durchmeſſer iſt 2 Fuß. Es dient dieſe Öffnung zum Einbringen des Waſſers ſowie des Kalkes, wenn man dieſen gleichfalls anwenden will. Sie hat zugleich den Zweck, das durch den Druck des Gaſes emporgetriebene Waſſer aufzunehmen. Eine an der äußern Seite der Kufe ſenkrecht angebrachte Glasröhre, die mit der Flüſſigkeit im Innern in Verbindung ſteht, zeigt die Bewegung derſelben an. Eine Bleiröhre, welche ſich einige Zoll über dem Boden befindet, dient zum Ablaſſen der mit Gas geſättigten Flüſſigkeit, und endlich können durch ein im Boden ſelbſt angebrachtes Spundloch die Kalkrückſtände herausgenommen werden, im Fall man Kalk angewendet hat.

Statt einem verkitteten Gefäß aus Irdenzeug, kann man auch Gefäße von Blei anwenden; allein die Fabrikanten ziehen erſtere vor. Dieſe können nämlich unmittelbar er-

*) Da das ſich entbindende Chlorgas, namentlich bei höherer Temperatur, ſtets Salzſäure mit fortreißt, ſo muß dieſe wieder davon getrennt werden; dies geſchieht in der Woulf'ſchen Flaſche, worin ſie wegen ihrer größern Auflöslichkeit im Waſſer zurück bleibt, während das Chlor in das folgende Gefäß übergeht. E.

hitzt werden, während die bleiernen Gefäße nur mittelſt des Marienbades oder durch Dampf erwärmt werden dürfen. Die Bleigefäße müſſen aus einem Stück ſeyn, weil ſonſt das Chlor das Zinn des Lothes zu ſchnell angreifen würde, und ſie nur von ſehr kurzer Dauer ſeyn würden.

Man giebt ihnen gewöhnlich die Geſtalt eines Kolben mit breiten vorſtehenden Rande, der durch einen Helm, welcher auf dem Rande mit Schrauben befeſtigt iſt, verſchloſſen wird. Der Helm iſt mit den nöthigen Tubulirungen verſehen. (Taf. 6. Fig. 2. b.)

Alle bei dieſen Apparaten angewandten Röhren müſſen 1—1½ Zoll innern Durchmeſſer haben, damit ſie im Winter nicht durch das ſich darin abſetzende ſtarre Chlorhydrat verſtopft werden können.

Man muß ſtets einige Apparate etwa 1 bis 2 Stück vorräthig haben, damit, wenn ſich ein Unfall ereignen ſollte, man den unbrauchbaren Apparat ſogleich wieder durch einen neuen erſetzen kann; die Arbeit kann auf dieſe Weiſe nie unterbrochen werden. Dieſe Vorſichtsmaaßregel iſt namentlich nöthig, wenn man Steingutgefäße anwendet.

49. Es iſt uns jetzt noch übrig die Menge der für die verſchiedenen Gemenge anzuwendenden Stoffe anzugeben. Der Hauptpunkt, der zu berückſichtigen iſt, beſteht darin, den Grad der Reinheit des Manganſuperoxyds zu beſtimmen, was man anwenden will. Zu dem Ende verweiſen wir auf die von Gay-Luſſac feſtgeſtellten Grundſätze.

Der Braunſtein des Handels iſt von ſehr verſchiedener Reinheit, weshalb es wichtig iſt, dieſe kennen zu lernen. Berthier hat verſchiedene Sorten des Manganſuperoxyds zerlegt. (Annales de chim. et de Phys. XX. p. 344.). Da die Chlormenge, welche ſie erzeugen, ihren Werth beſtimmt, ſo haben wir dieſem Grundſatz gemäß folgende Tafel *) entworfen.

---

*) Obſchon dieſe Tafel nur die franzöſiſchen Braunſteinſorten aufzählt und ſie demnach für Deutſchland nicht von unmittelbarem Intereſſe ſeyn kann, ſo dient ſie doch als Anhaltspunkt für die techniſchen Chemiker, indem man wohl annehmen darf, daß der in Deutſchland meiſt angewandte Ilmenauer Braunſtein dem beſten Franzöſiſchen an Manganſuperoxydgehalt gleich kommt.

		Kilogr.
1 Kilogramm reiner Braunſtein gab	. . . . . .	0,7964
von Crettnich bei Saarbrück	. . . .	0,7525
— Calveron (im Aude-Departement) ohne Kalk	.	0,7658
— Calveron mit Kalk	. . . .	0,5754
— Perigueux (Dordogne-Departement)	. . . .	0,5179
— Romaneche (Departement Saone u. Loire)	0,4692	0,5135
— Laveline (Vogeſen)	. . . .	0,4648
— Peſillo (Piemont) ſchwarz ohne Kalk	. . . .	0,4426
— Peſillo, ſchwarz mit Kalk	. . . .	0,3320
— Saint Marcel (Piemont)	 0,2789	0,3098

Dieſe Reſultate geben näherungsweiſe den Werth dieſer verſchiedenen Braunſteinſorten an; um aber den von irgend einer Sorte kennen zu lernen, muß man Verſuche mit demſelben anſtellen, was leicht auf folgende Weiſe geſchehen kann:

Das reine Manganſuperoxyd beſteht aus:

Mangan	3,5578 Gr.
Sauerſtoff	2,0000
	5,5578

Hiermit konnen 4,4265 Gr. Chlor hervorgebracht werden, oder 1,3963 Liter bei der Temperatur von 0° und bei einem Luftdruck von $0{,}76^{m}$; folglich werden 3,98 Gr. Braunſtein 1 Liter Chlor geben und 1 Kilogr. würde 251,25 Liter hervorbringen können.

Man nimmt alſo 3,98 Gr. von dem zu prüfenden Braunſtein, behandelt ſie bei gelinder Wärme mit Chlorwaſſerſtoffſäure und fängt das ſich entbindende Chlor in etwas weniger als einem Liter Kalkmilch auf; gegen das Ende der Operation läßt man die Salzſäure kochen, um alles noch in dem Gefäß befindliche Chlor in die Kalkmilch zu jagen und fügt nun der Chlorkalkauflöſung ſo viel Waſſer hinzu, als zu einem Liter noch fehlt. Der Gehalt dieſer Chlorverbindung giebt genau den des Braunſteins an. Wir werden die Grundſätze dieſer Arten von Prüfungen auseinanderſetzen, bei der Betrachtung des Chlorkalks.

Eine ähnliche vergleichende Unterſuchung der deutſchen im Handel vorkommenden Braunſteinſorten möchte wohl zu wünſchen ſeyn, um darnach ihren relativen Werth für den Fabrikanten ſicherer beſtimmen zu können. E.

Der Werth eines Manganoxydes wird nicht allein durch die Menge von Chlor beſtimmt, die es geben kann, es hängt auch von der Quantität Salzſäure ab, welche man zur Hervorbringung des Chlors nöthig hat. Dieſe Prüfung iſt etwas ſchwierig und der niedrige Preis der Chlorwaſſerſtoffſäure macht ſie gewöhnlich unnöthig. Wir bemerken nur noch, daß der Braunſtein zuweilen kohlenſauren Kalk oder Baryt und Eiſenoxyd enthält, wodurch auch ein Theil Chlorwaſſerſtoffſäure geſättigt wird, was reiner Verluſt iſt; da ferner derſelbe nicht immer im Zuſtande des Superoxyds ſich befindet, ſo ſteht die erforderliche Menge Chlorwaſſerſtoffſäure nicht mehr im Verhältniß mit der des erhaltenen Chlors.

50. Dieſe Angaben ſind beſonders nützlich für die Beurtheilung des Manganſuperoxyds, welches man kaufen will, denn bei der Bereitung des Chlors ſelbſt, muß man ſich allein durch einfache Beobachtungen leiten laſſen, ohne dabei auf die Reinheit des Oxyds beſondere Rückſicht zu nehmen.

Wendet man Manganſuperoxyd und Chlorwaſſerſtoffſäure an, ſo bringt man in die Gefäße 30 bis 40 Kilogr. Salzſäure und 10 bis 12 Kilogr. Braunſtein von Romaneche, welche man der Bequemlichkeit wegen mißt. Man muß ſtets bei dieſer Operation einen Überſchuß von Braunſtein anwenden, welcher nachher wieder durch Abgießen der überſtehenden Flüſſigkeit getrennt werden kann. Dieſes Superoxyd wohl ausgewaſchen und getrocknet kann wieder aufs Neue angewendet werden. In vielen Fabriken wird das Manganchlorür noch benutzt, indem dieſes Salz in der Kattundrukkerei ſehr nützlich angewendet wird; häufig wird es aber auch weggeworfen. Um noch Nutzen daraus zu ziehen, muß man dem Rückſtand von der erſten Deſtillation eine Quantität Braunſtein hinzufügen, die der zuerſt angewandten gleich iſt, ferner 8 bis 10 Kil. concentrirte Schwefelſäure und eben ſo viel Waſſer, und dann die Operation zum zweiten Male wiederholen. Man erhält auf ſolche Weiſe eine Quantität Chlor, die der erſten ganz gleich iſt.

Es verſteht ſich, daß man die Schwefelſäure anfangs hinein geben könnte, und man würde dann das Gemenge folgendermaſſen zuſammenſetzen: 10 bis 12 Kilogr. Braun-

ſtein, 4 bis 5 Kil. Schwefelſäure, eben ſo viel Waſſer und 15 bis 20 Kil. Chlorwaſſerſtoffſäure.

Mit dieſen Gaben, wenn man den Braunſtein von Romaneche anwendet, wird jedes Steingutgefäß vier Würfelmeter Gas geben; ſechs Operationen, welche man leicht in einem Tage machen kann, würden dann hinreichen, um eine Kufe Waſſer von dem oben angegebenen Rauminhalt mit Chlor zu ſättigen.

51. Benutzung. Das Chlor als Gas, als Auflöſung im Waſſer oder als Chlorkalk, welcher wie freies Chlor wirkt, wird heut zu Tage in ungeheuren Quantitäten angewendet. Die glückliche Anwendung, welche Berthollet davon beim Bleichen des Garns und der Zeuge aus Baumwolle, Hanf und Leinen machte, iſt allgemein bekannt. Man wendet es auch zum Bleichen des Lumpenbreies in einigen Papierfabriken an; es wird ferner gebraucht, um alte Kupferſtiche zu bleichen, befleckte Bücher wieder herzuſtellen, Dintenflecke zu zerſtören ꝛc.; endlich bedient man ſich deſſelben mit unermeßlichen Nutzen, um die Luft oder die faulenden Stoffe zu reinigen. Man begreift wohl, daß die Art der Anwendung nach den Umſtänden ſich abändert; man wird übrigens jede Art der Benützung am gehörigen Orte weiter auseinander geſetzt finden, wollten wir ſolche hier aufführen, ſo müßten wir zu weit in das Einzelne eingehen.

Alle Anwendungen des Chlors gründen ſich auf die kräftige Wirkung, welche dieſer Körper auf die organiſchen Stoffe äußert. Gewöhnlich verwandelt er die Farbeſtoffe in eine gelbe oder braune Subſtanz, welche im Waſſer und den Alkalien auflöslich und ſehr ſchwach gefärbt iſt, im Vergleich mit den urſprünglichen Farben. Man kennt noch nicht die Erzeugniſſe ſeiner Wirkung auf die Miasmen oder in der Luft verbreiteten Anſteckungsſtoffe. Es iſt nicht unwahrſcheinlich, daß es wirkt, indem es ſich ſelbſt in Chlorwaſſerſtoffſäure umwandelt; dies iſt wenigſtens der Fall bei ſeiner Einwirkung auf die Farbſtoffe und die faulenden Subſtanzen, worüber man bereits genauere Unterſuchungen anſtellen konnte. Indem es ſich alſo des Waſſerſtoffs der verſchiedenen organiſchen Verbindungen bemächtigt, verändert es dieſelben,

entfärbt ſie faſt ganz in dem einen, und benimmt ihnen die ſchädliche Eigenſchaft in dem andern Falle. Es iſt ſehr wünſchenswerth, daß dieſe verſchiedenen Einwirkungen des Chlors ſorgfältig unterſucht würden.

Chlorwaſſerſtoffſäure.

(Synonyme. Salzgeiſt, Salzſäure, Kochſalzſäure, Hydrochlorſäure. Lat. Spiritus salis, Acidum muriaticum. Franz. Acide hydrochlorique, acide muriatique.)

52. Eigenſchaften. Bei gewöhnlicher Temperatur und gewöhnlichem Luftdruck iſt dieſe Säure ſtets gasförmig; ſie iſt farblos. In feuchte Luft gebracht, erzeugt ſie dicke weiſe Dämpfe, welche von ihrer Einwirkung auf das Waſſergas herrühren. Brennende Körper erlöſchen in ihr ſogleich; ſie röthet ſehr ſtark die Lakmustinktur. Ihre Dichtigkeit als Gas iſt 1,247 und die lichtbrechende Kraft 2,623; ſie beſitzt einen ſehr ſtechenden Geruch, der ſo ſtark iſt, daß man ſie nicht ohne Gefahr ſelbſt in kleinſter Menge athmen kann. Bei gewöhnlichem Luftdruck kann ſie einer Kälte von 50° unter Null ausgeſetzt werden, ohne daß ihr Zuſtand verändert würde; allein Faraday iſt es gelungen durch ſtarkes Zuſammendrücken ſie tropfbar flüſſig zu machen *). Läßt man den elektriſchen Funken zu wiederhohlten Malen durch das ſalzſaure Gas ſchlagen, ſo wird es zerſetzt in Waſſerſtoff und Chlor; dagegen verpufft aber umgekehrt auch ein Gemenge von Chlor und Waſſerſtoff durch die Einwirkung des elektriſchen Funken und bildet Chlorwaſſerſtoffſäure. Man erſieht hieraus, daß ein ſolches Gemenge zu detonniren aufhören würde, wenn man es durch gasförmige Chlorwaſſerſtoffſäure verdünnte.

Dieſe Säure wirkt weder auf die nichtmetalliſchen Körper, noch auf die drei letzten Abtheilungen der Metalle; dagegen zeigt ſie eine Einwirkung auf die der zweiten und dritten Abtheilung, welche ſie ſtets bei mehr oder weniger höhe-

*) Archiv für die geſammte Naturlehre von Kaſtner. I. S. 97.

rer Temperatur zerſetzen, indem Waſſerſtoff frei wird und die Metalle ſich mit dem Chlor verbinden.

53. Zuſammenſetzung. Die Chlorwaſſerſtoffſäure iſt aus gleichen Maaßen Chlor und Waſſerſtoff zuſammengeſetzt, ohne daß eine Verdichtung dieſer Gaſe bei der Verbindung ſtatt fände. Man kann dies auf verſchiedene Art beweiſen:

1. Indem man unmittelbar das Chlor mit dem Waſſerſtoff durch den Einfluß des gewöhnlichen Tageslichtes verbindet. Um dieſen Verſuch ſorgfältig anzuſtellen, wählt man eine Flaſche und einen Glasballon, beide von gleichem Inhalte, und paßt den Hals des Letztern genau in den der Flaſche ein. Man füllt nun dieſe mit Waſſerſtoff und den Ballon mit Chlor, beide ganz trocken, hierauf verbindet man beide Gefäße genau mit einander, verkittet die Fugen und ſetzt dieſe Vorrichtung zwei oder drei Tage lang dem Tageslichte aus, ohne die Sonnenſtrahlen unmittelbar darauf fallen zu laſſen. Die Gaſe werden ſich dann beinahe ganz verbunden haben, und um den Verſuch vollends zu beendigen, darf man den Apparat nur einige Minuten lang dem Sonnenlichte unmittelbar ausſetzen. Man hat keine Verpuffung zu befürchten, wenn das Gasgemenge vorher faſt gänzlich ſchon entfärbt iſt. Man öffnet hierauf den Apparat und findet ihn mit reiner Chlorwaſſerſtoffſäure erfüllt.

2. Wenn man die gasförmige Chlorwaſſerſtoffſäure mittelſt Kalium in einer gekrümmten engen Glasglocke über Queckſilber zerſetzt. (Taf. 3. Fig. 4.) Hundert Raumtheile des zerſetzten Gaſes geben genau funfzig Raumtheile Waſſerſtoff.

3. Indem man in Betracht zieht, daß die halbe Dichtigkeit des Chlors 1,235 addirt zur halben Dichtigkeit des Waſſerſtoffs 0,0344 die Summe von 1,2694 giebt, die ſehr wenig von der Dichtigkeit des Chlorwaſſerſtoffgaſes verſchieden iſt, welche von Biot und Arago zu 1,2474 beſtimmt worden.

Die Chlorwaſſerſtoffſäure iſt demnach zuſammengeſetzt aus

1 Atom Chlor	 221,32	oder auch	97,26
1 Atom Waſſerſtoff	. . . 6,244		2,74
2 Atom Chlorwaſſerſtoffſäure	227,564		100

54. Wirkung des Waſſers. Bei einer Temperatur von $+20^\circ$ c. und einem Luftdruck von 0,76m löſt das Waſſer das 464 fache ſeines Volumens oder drei Viertel ſeines Gewichtes von dem ſalzſauren Gaſe auf. Das Waſſer ſteigt in einem mit dieſem Gaſe erfüllten Glaſe mit derſelben Gewalt in die Höhe, wie dies im leeren Raume der Fall iſt. Die Erſchütterung iſt dabei ſo ſtark, daß ſelbſt das Glas zerbrechen kann, weshalb bei dieſem Verſuche ſtets Vorſicht zu empfehlen iſt. Man ſtellt denſelben folgendermaſſen an: ein Zylinderglas wird zwei bis dreimal mit dem Gaſe über Queckſilber angefüllt, um alle Luft zu entfernen, welche noch am Glaſe hängen könnte. Man bringt hierauf das Zylinderglas auf eine etwas Queckſilber enthaltende Untertaſſe, welche man feſt mit einer Hand an die Mündung deſſelben drückt, und taucht dieſe in eine Schüſſel mit Waſſer, während man mit der andern in einem Handſchuh oder Leinenzeug eingehüllten Hand plötzlich das Glas über das Queckſilber emporhebt, ſo daß das Gas mit dem Waſſer in Berührung kommt. Die Schnelligkeit, mit der das Waſſer emporſteigt, iſt ſo groß, daß man mit dem Auge nicht folgen kann.

Selbſt das Eis, in Berührung mit dieſem Gaſe, ſchmilzt und abſorbirt es ſehr raſch.

Das mit Chlorwaſſerſtoffſäure geſättigte Waſſer beſitzt eine Dichtigkeit von 1,21.

Die folgende von Edmund Davy gelieferte Tafel drückt das Verhältniß zwiſchen der Dichtigkeit der wäſſerigen Salzſäure und ihrem wahren Säuregehalt aus. Die für den wahren Säuregehalt gegebenen Zahlen beziehen ſich auf 100 Theile flüſſige Säure bei der Temperatur von $7{,}22^\circ$ und einem Luftdrucke von $0{,}76^m$.

Dichtigkeit.	Säuremenge.	Dichtigkeit.	Säuremenge.	Dichtigkeit.	Säuremenge.
1,21	42,43	1,14	28,28	1,07	14,14
1,20	40,80	1,13	26,26	1,06	12,12
1,19	38,38	1,12	24,24	1,05	10,10
1,18	36,36	1,11	22,22	1,04	8,08
1,17	34,34	1,10	20,20	1,03	6,06
1,16	32,32	1,09	18,18	1,02	4,04
1,15	30,30	1,08	16,16	1,01	2,02

Die wäſſerige Auflöſung der Chlorwaſſerſtoffſäure iſt unter dem Namen von Salzſäure, Kochſalzſäure, Meerſalzſäure, Salzgeiſt im Handel bekannt; dieſe Namen deuten auf ihren Urſprung aus dem Kochſalze oder Meerſalze hin, welches zur Bereitung dieſes Gaſes angewendet wird.

Die flüſſige concentrirte Chlorwaſſerſtoffſäure muß im reinen Zuſtande waſſerhell, ſehr ſauer, und ſelbſt ätzend ſeyn und einen ſtechenden unerträglichen Geruch beſitzen; mit der Luft in Berührung geſetzt, muß ſie weiße, dicke und ſtechende Dämpfe verbreiten, die von der Verdichtung des Waſſergaſes in der Luft herrühren, welche das aus dem Gefäße entweichende Chlorwaſſerſtoffgas bewirkt. Dieſe Eigenſchaft verliert ſich, wenn die Säure mit viel Waſſer verdünnt wird; die Spannkraft des Gaſes iſt dann gänzlich durch die Wirkung des Waſſers vernichtet. Das Rauchen kann deshalb als ein Kennzeichen einer concentrirten Säure betrachtet werden.

Wird die Chlorwaſſerſtoffſäure erhitzt, ſo geräth ſie leicht in's Kochen und verliert einen beträchtlichen Theil des Gaſes; es tritt jedoch ein Zeitpunkt ein, wo die Gasentbindung aufhört, dagegen deſtillirt nun der Rückſtand mit Leichtigkeit über. Man kann auf dieſe Weiſe ſich für Analyſen ſehr reine Chlorwaſſerſtoffſäure verſchaffen. Man nimmt zu dem Ende die Säure des Handels, welche ſehr billig iſt, und deſtillirt ſie aus einer Retorte, die in eine tubulirte Vorlage geht (Taf. 3. Fig. 6.), in welche man eine Röhre einſetzt, welche den Überſchuß des Gaſes in den Schornſtein leitet. Man darf hierbei nur, um weniger Gas

zu verlieren, etwas deſtillirtes Waſſer in die Vorlage geben und eine Retorte wählen, deren Hals lang genug iſt, um in das Waſſer der Vorlage zu tauchen. Die Retorte muß ſelbſt tubulirt und mit einer Sicherheitsröhre verſehen ſeyn, welche verhindert, daß das Waſſer bei vermindertem innern Druck aus der Vorlage in die Retorte zurücktreten kann.

Die flüſſige Chlorwaſſerſtoffſäure verhält ſich zu den einfachen Körpern, ganz wie die gasförmige Säure. Sie wirkt demnach nicht auf die nichtmetalliſchen Körper und die Metalle der drei letzten Abtheilungen; löſt dagegen die der zweiten und dritten Abtheilung auf, indem ſich Waſſerſtoff entbindet und Chlormetalle gebildet werden.

55. **Bereitung.** Man verſchaft ſich die Chlorwaſſerſtoffſäure, indem man das Kochſalz oder Chlornatrium mit concentrirter Schwefelſäure behandelt. Es bildet ſich ſchwefelſaures Natrum und Chlorwaſſerſtoffſäure entbindet ſich. Das Waſſer der Schwefelſäure wird hierbei zerſetzt, ſein Waſſerſtoff verbindet ſich mit dem Chlor und ſein Sauerſtoff oxydirt das Natrium.

Die Erſcheinung kann folgendermaſſen in Zahlen ausgedrückt werden.

Angewendete Atome.	
1 Chlornatrium	733,56
1 waſſerfreie Schwefelſäure	501,16
2 Waſſer	112,48
Hervorgebrachte Atome.	
1 Schwefelſaures Natrum	892,08
4 Chlorwaſſerſtoffſäure	455,12

Im Kleinen iſt dieſe Operation äußerſt leicht. Man nimmt Kochſalz, was vorher, um es in größern und dichtern Stücken zu erhalten, durchs Feuer geſchmolzen wurde und bringt daſſelbe in einen Kolben, in welchen man eine gekrümmte Glasröhre eingepaßt hat (Taf. 4. Fig. 13.) um das Gas aufzufangen. Man gießt nun die concentrirte Schwefelſäure darauf und ſetzt die Röhre ein; ſchon bei gewöhnlicher Temperatur findet eine Gasentbindung ſtatt, um jedoch die Einwirkung zu erleichtern, erwärmt man einige Augenblicke nachher nur ganz ſchwach mittelſt einiger glühen-

den Kohlen, da die Zerſetzung ſehr leicht vor ſich geht. Erſt gegen das Ende der Operation erhöht man die Temperatur, namentlich dann, wenn man keinen Überſchuß von Schwefelſäure angewendet hat.

Wir haben die Anwendung des geſchmolzenen Kochſalzes empfohlen, weil, wenn man gewöhnliches Salz in Pulverform oder kleinen Kryſtallen anwendet, die Einwirkung ſo raſch und ungeſtümm ſtatt finden würde, daß das Gemenge größtentheils aus dem Gefäße gehen und die Röhren verſtopfen würde. Man fängt das Chlorwaſſerſtoffgas über Queckſilber auf und man kann es als rein betrachten, wenn es vollkommen vom Waſſer abſorbirt wird. Wollte man große Quantitäten Salzſäuregas darſtellen, ſo würde man das gewöhnliche Kochſalz anwenden können. Man bringt zu dem Behufe das Salz in einen Kolben (Taf. 4. Fig. 2.) und paßt in deſſen Hals einen mit zwei Löchern verſehenen Korkſtöpſel ein, in welchen man eine gekrümmte Röhre zum Auffangen des Gaſes und einen zum Eingießen der Säure beſtimmten S förmigen Trichter einſetzt. Man iſt hierdurch in den Stand geſetzt die Gasentbindung nach Gefallen zu dirigiren, indem man mehr oder weniger Säure zugeben kann. Der Apparat wird hierauf allmählig erhitzt und man feuert langſam bis endlich das Kochſalz vollſtändig zerſetzt iſt.

56. Zur Bereitung der flüſſigen Chlorwaſſerſtoffſäure wendet man gewöhnlich dieſen Apparat an, und man nimmt dann gleiche Gewichte Kochſalz und Schwefelſäure. Die Säure wird mit einem Drittel ihres Gewichtes Waſſer verdünnt, worauf man das Salz wie gewöhnlich in den Kolben giebt und jene nach und nach mittelſt eines S förmigen Trichters darauf gießt; man ändert den Apparat nur darin ab, daß man das Gas durch mehrere auf einander folgende Gefäße zu gehen nöthigt, welche Waſſer enthalten, um daſſelbe zu verdichten (Taf. 4. Fig. 2.) Dieſe Gefäſſe müſſen Woulf'ſche Flaſchen, mit Sicherheitsröhren verſehen, ſeyn und höchſtens zwei Drittel ihres Inhalts Waſſer enthalten. Die Röhren, welche das Gas in dieſe Flüſſigkeit leiten, dürfen nur einige Millimeter in dieſelbe eintauchen,

um einen größern unnöthigen Druck zu vermeiden. Da das mit Salzſäure geſättigte ſchwerere Waſſer ſtets zu Boden ſinkt, ſo wird dadurch das reine Waſſer empor gedrängt, und kömmt ſo unaufhörlich mit der ſalzſaures Gas ausſtrömenden Mündung der Röhre in Berührung. Das Gas wird alſo ſtets verdichtet, ſo lange noch ungeſättigtes Waſſer vorhanden iſt. Die Temperatur ſteigt bedeutend während der Auflöſung; man muß deshalb die Flaſchen in kaltes Waſſer ſtellen, und dieſes ſtets erneuern, ſobald es ſich erwärmt hat. Das ſich mit Chlorwaſſerſtoffſäure ſättigende Waſſer vermehrt ſein Volumen, weshalb man die Flaſchen anfangs nicht ganz damit anfüllen darf.

Ein Kilogramm geſchmolzenes Kochſalz reicht hin, um 700 Gramme Waſſer bei einer Temperatur von 15 bis 20° c. zu ſättigen.

57. In Folge des Vorhergegangenen wird es jetzt leicht ſeyn, die Abänderungen zu verſtehen, welche das beſchriebene Verfahren erleiden muß, um für die Bereitung im Großen anwendbar zu werden.

Dieſe Fabrikation hat eigentlich erſt zu jener Zeit angefangen, wo man ſich mit der Bereitung der künſtlichen Soda beſchäftigte. Man war in die Nothwendigkeit verſetzt, ſich große Maſſen von ſchwefelſaurem Natrum zu verſchaffen, um es in künſtliche Soda zu verwandeln, was die gleichzeitige Bildung ungeheurer Quantitäten Salzſäure unvermeidlich machte. Die erſten Verſuche zur Verdichtung dieſes Gaſes wurden in den Fabriken von Payen in Paris gemacht; man bewirkte die Zerſetzung des Kochſalzes durch Schwefelſäure von 55° in großen bleiernen Keſſeln, die mit Bleideckeln bedekt und verkittet wurden. Das ſaure Gas, welches ſich daraus entband, war genöthigt in 600 Meter langen aus Backſteinen und Thon erbauten Kanälen zu zirkuliren. Es wurde darin durch eine nur einige Millimeter hohe Waſſerſchicht verdichtet, welche langſam, bei einem Fall von 5 Millimeter auf den Meter, in einer der Strömung des Gaſes entgegengeſetzten Richtung floß; man erhielt auf dieſe Weiſe die Salzſäure ſo concentrirt als möglich, und ziemlich rein an dem einen dem Apparate zunächſt befindlichen Ende

des Kanals, während am entgegengeſetzten Ende das zur Verdichtung beſtimmte Waſſer allmählig weniger Salzſäure enthielt und zuletzt beinahe rein war. Dieſer Apparat war demnach ziemlich vollkommen, aber die Zerſetzung des Kochſalzes konnte nicht in den Bleikeſſeln vollendet werden, man mußte deshalb das Gemenge herausnehmen, und in einem Reverberirofen die Operation beendigen; man verlor dadurch die Hälfte der Chlorwaſſerſtoffſäure, und die Menge Gas, die ſich bei dieſer Verſetzung der Maſſe aus dem Bleikeſſel in den Ofen entwickelte, wirkte dergeſtalt nachtheilig auf die Arbeiter, daß es ihnen oft Bluthuſten verurſachte.

Nachdem die Anwendung der künſtlichen Soda eingeführt worden, wurde der Verbrauch ſo bedeutend, daß die als Nebenprodukt erhaltene aufgefangene Salzſäure nicht mehr angewendet werden konnte. Man ließ nun das Gas fortgehen; allein die ungeheuren Mengen, welche dadurch in der Atmosphäre verbreitet wurden, waren dem Wachsthum der Pflanzen äußerſt ſchädlich, und ſelbſt noch in großen Entfernungen von den Fabriken, wenn der Rauch, welcher das Gas mit ſich fortreißt, durch den Wind auf den Boden herabgedrückt, oder durch Nebel verdichtet wurde. Um dieſen Nachtheil vorzubeugen, nöthigte man das Gas in großen unterirdiſchen Räumen zu zirkuliren, wo es durch Waſſerſtröme verdichtet wurde. Später fand man neue Anwendungen der Chlorwaſſerſtoffſäure, ſo daß es wieder vortheilhaft war, ſie aufzuſammeln, wozu man auch neue Mittel erſann.

Payen's Methode, ſehr gut zur Verdichtung, aber ſehr unvollkommen hinſichtlich der Erzeugung des Gaſes, bietet zwar einige Vortheile dar, wenn man die in den Sodaofen verlorene Wärme benützen will, um das Gemenge aus Kochſalz und Schwefelſäure zu erhitzen, ſo wie dies bei dem Schneckenapparate (l'appareil des bastringues.) geſchieht.

Die Nachtheile dieſes Verfahrens ſind jedoch ſo bedeutend, daß man es bald wieder verließ und gegen andere vertauſchte, unter welchen man beſonders zwei Arten von Apparaten unterſcheidet, den mit Keſſeln und den mit Zylindern.

Die Keſſel- und Zylinderapparate unterſcheiden ſich von dem genannten nur dadurch, daß das Bleigefäß durch gußeiſerne Keſſel oder Röhren erſetzt wurde, worin die Einwirkung der Schwefelſäure auf das Kochſalz ſtatt findet.

Wir wollen dieſe verſchiedenen Apparate beſchreiben. In dem Schneckenapparate benützt man die Wärme des Sodaofen; man bringt zu dem Ende in der Verlängerung des Sodaofens eine Bleipfanne 2 Meter lang, 1,66 Meter breit und 0,33 Meter tief an. Dieſe Pfanne iſt mit gußeiſenen Platten bedeckt und ſo eingemauert, daß dieſe Platten in gleicher Ebene mit dem für die Flamme des Reverberirofens beſtimmten Durchgang ſind; das Gewölbe des verlängerten Ofens bildet ein zweites Gewölbe über der Pfanne, ſo daß die Flamme unmittelber über die Platten hinſtreicht, zuletzt aber wieder in dieſer nämlichen Richtung zurückkömmt, indem ſie ihren Weg unter der Pfanne nimmt, wo ſie ſich theilt und in zwei Zugröhren tritt, welche an den Seiten derſelben fortlaufen; zuletzt gelangt ſie in den Schornſtein.

Die Pfanne iſt demnach von allen Seiten der Wirkung eines heißen Luftſtroms ausgeſetzt. Man bringt das Kochſalz, wovon man gewöhnlich 1200 Kilogr. nimmt, mittelſt einer Thüre hinein. Hierauf gießt man von nichtconcentrirter Schwefelſäure zu 54° 1320 Kilogr. mittelſt einer oben an der Pfanne angebrachten Röhre darauf.

Da die Salzſäure mit Waſſerdämpfen gemengt ſich entbindet, ſo iſt es ſchon hinreichend, ſie durch thönerne Kühlröhren gehen zu laſſen, um ſie zu verdichten. Aber hierbei findet auch der bereits ſchon bezeichnete Nachtheil ſtatt. Da der Keſſel von Blei iſt, ſo kann man ihn nicht ſo ſtark erhitzen, um die Zerſetzung ganz zu vollenden, und übrigens iſt es auch erforderlich, daß der Rückſtand noch flüſſig bleibe, weil außerdem beim Herausnehmen der trocknen Maſſe die Pfanne ſehr bald verdorben werden würde. Es folgt daraus, daß beim Herausnehmen des Rückſtandes ſich noch ſalzſaures Gas in Maße entbindet, wodurch dieſes Geſchäft für die Arbeiter ſehr nachtheilig wird. Übrigens iſt die Zerſetzung, ſo wie die Verdichtung, nur unvollkom-

men und man verliert ein Drittel der Säure, wenn man auch noch ſo ſorgfältig zu Werke geht.

Wir wollen den Keſſelapparat nur kurz betrachten. In allen Fällen, wo es die Erreichung ähnlicher Zwecke galt, wurden in den wohleingerichteten Fabriken die Keſſel durch Zylinder erſetzt. Bei dieſer Art von Apparaten wird entweder Druck angewendet und in dem Falle ſind Zuſammenfügungen erforderlich, die einfach und leicht lutirt werden können, oder man wendet dieſe nicht an, wodurch dann ſehr großer Verluſt entſteht. Dieſer einzige Umſtand hat die Wahl zwiſchen Keſſeln und Zylindern entſchieden, denn man ſieht wohl leicht ein, daß letztere weit leichter als die Keſſel zu verſchließen ſind, und bei weitem nicht ſo nachtheilig für die Arbeiter werden können. Die Keſſel ſind von Gußeiſen und mit einem auswärts gebogenen Rand verſehen, auf welchen man einen Bleideckel ſetzt, der mit Schlußſchrauben befeſtigt iſt, und in dem ſich die Röhren zur Leitung des Gaſes und zum Eingießen der concentrirten Schwefelſäure befinden. Man muß deshalb bei jeder Operation die Röhren abnehmen und die Arbeiter, welche unmittelbar auf dem Keſſel ſtehen, werden durch das ſich noch entbindende Gas beläſtigt. Wir können Payen's Meinung nicht theilen, der übrigens einen trefflichen Artickel über die Bereitung dieſer Säure geliefert hat, (Dictionnaire technologique) und wir betrachten alle dieſe Verfahrungsarten weniger vortheilhaft, als das mit Zylindern.

Bei dieſem dagegen wendet man horizontal liegende Zylinder an. An einem Ende derſelben iſt eine Röhre befeſtigt, welche das Gas zu leiten beſtimmt iſt; am andern befindet ſich ein beweglicher Boden, den man herausnehmen kann, um das Salz einzubringen, ſo daß das Einbringen der Stoffe und das Herausnehmen der Rückſtände ohne Umſtände geſchehen kann, und ohne daß man nöthig hat den Kitt der Röhren des Verdichtungsapparates zu berühren. (Taf. 7. Fig. 1 u. 2.)

Die Zylinder haben 1,66 Meter Länge, 0,5 Meter Querdurchmeſſer und 0,03 Meter Dicke. Sie müſſen mit Sorgfalt

ausgewählt werden, denn die ungleiche Dicke oder ſonſtige Gußfehler machen ſie bald untauglich.

Dieſe Zylinder werden an beiden Enden mit gußeiſernen Scheiben oder Böden von 3 Centimeter Dicke verſchloſſen, welche im ganzen Kreisumfang eingefugt ſind. Die Scheiben ſind außen mit einer im Stück gegoſſenen Handhabe aus Gußeiſen und mit einer Röhrenöffnung, die nach innen abwärts ſich neigt, verſehen. Bei Aufſtellung des Apparates muß dieſes Rohr nach oben gekehrt werden, denn auf der einen Seite dient ſie um die Säure durch ſie hineinzugießen, und auf der andern Seite iſt ſie beſtimmt die gläſerne oder thönerne Röhre, welche die Verbindung mit dem Verdichtungsapparat herſtellt, aufzunehmen. Die Neigung dieſer Öffnungen erleichtert einerſeits das Eingießen der Schwefelſäure und macht anderſeits das Übergehen derſelben ſchwieriger, ſo daß während der Deſtillation weniger davon in die Vorlagen geht. Von den Zylindern werden je zwei in beſondere Öfen gelegt, allein dieſe Öfen, zehen an der Zahl, ſind ſämmtlich durch eine maſive Mauer miteinander vereinigt und haben einen gemeinſchaftlichen Schornſtein. Bei dem Bau der Öfen und dem Einmauern der Zylindern muß vorzüglich darauf geachtet werden, daß dieſe von der Flamme ringsum berührt werden, damit ihre Ausdehnung gleichförmig und die Temperatur an allen Punkten gleich ſey. Die Leitung des Feuers iſt übrigens ſehr leicht. Man feuert anfangs etwas ſtark, um das Gemenge zu erhitzen, ſobald die Deſtillation gut im Gange iſt, feuert man ſchwächer, gegen das Ende aber verſtärkt man das Feuer, um die Wechſelwirkung der Stoffe zu vollenden.

In jedem Zylinder bringt man 80 Kilogram Kochſalz, und nachdem der Boden eingeſetzt und wohl verkittet worden, gießt man 64 Kilogr. Schwefelſäure von 66° B. ein, oder beſſer noch 67 Kilogr. Säure von 64°, die billiger und geeigneter zur Zerſetzung des Kochſalzes iſt.

58. Von allen Verdichtungsapparaten, welche wir kennen, ſcheint uns der von Payen beſchriebene der beſte zu ſeyn. Wir führen hier die Beſchreibung dieſes erfahrnen Chemikers an.

„Der erſte Zylinder iſt durch eine gekrümmte Röhre mit einer großen mit zwei Tubulirungen verſehenen Flaſche verbunden, deren zweite Öffnung das nicht verdichtete Gas durch eine gleichfalls gekrümmte Röhre in eine zweite Flaſche führt. Dieſe zweite Flaſche empfängt zugleich das aus dem zweiten Zylinder ſich entbindende Gas, und ſendet durch eine dritte Tubulirung und gebogene Röhre das in den beiden erſten Flaſchen nicht verdichtete Gas in eine dritte Flaſche, welche zu gleicher Zeit das aus dem dritten Zylinder ſich entbindende Gas aufnimmt, und ſo fort bis zur letzten Flaſche, welche das allen andern entwiſchte Gas nebſt dem, welches aus dem letzten Zylinder ſich entbindet, empfängt. Dieſe letzte Flaſche ſendet alles Gas, was in ihr nicht verdichtet wird, in eine zweite gleichgroße Reihe von Flaſchen (zwanzig an der Zahl) wo es aus einer in die andere geht bis zur gänzlichen Verdichtung.

„Sehr zweckmäßig iſt es, wenn die erſte Reihe von Flaſchen ganz in Waſſer getaucht iſt, welches langſam ſich erneuen kann, indem es durch den untern Theil des Waſſerbehälters, in welchem jene ſtehen und zwar am äußerſten Ende, wo ſich die letzte Flaſche befindet, hereinfließt, und am andern Ende aus beſagtem Behälter abfließt. In der zweiten Flaſchenreihe erhält man die reinſte Chlorwaſſerſtoffſäure; die in der erſten verdichtete enthält immer etwas Schwefelſäure, bisweilen auch ſchwefelſaures Natrum und Chloreiſen. Alle Flaſchen müſſen zur Hälfte mit reinem Waſſer angefüllt ſeyn, welches $\frac{1}{2}$ ſeines Gewichtes Chlorwaſſerſtoffſäure verſchluckt.

„Dieſer Verdichtungsapparat iſt wenig gekannt, obgleich den meiſten derjenigen, welche man gewöhnlich in den Fabriken findet, bei weitem vorzuziehen; er iſt weder koſtſpielig noch ſchwer aufzuſtellen und giebt ſtets mehr und reinere Säure. Man erhält aus 100 Theilen Kochſalz 130 Salzſäure zu 23 Grad Beaumé oder 1,190 ſpezif. Gewicht. Es beträgt dies ungefähr 39 Theile wirkliche Säure. Das Kochſalz *), welches die Fabrikanten anwenden, enthält nur

*) Eigentlich iſt es das rohe Seeſalz oder Baiſalz, welches meiſtens in Frankreich zur Sodafabrikation verwendet wird. E.

$\frac{95}{100}$ reines Salz, welches 43 pCt. wirklicher Säure entſpricht, da man nun 39 Säure daraus erhält, ſo kann dies als ein ſehr vortheilhaftes Reſultat betrachtet werden, indem es kaum möglich iſt, im Großen noch mehr zu erhalten" *).

Das ſchwefelſaure Natrum, welches nach geendigter Operation zurückbleibt, wird entweder zur Bereitung der Soda oder des Glaſes verwendet. In beiden Fällen muß es möglichſt rein von Kochſalz ſeyn, und iſt es für die Glasfabriken beſtimmt, ſo darf es keinen Säureüberſchuß enthalten. Sehr wahrſcheinlich iſt es wenigſtens, daß der freien Schwefelſäure die ſchnelle Zerſtörung der Schmelztiegel zugeſchrieben werden muß, worüber ſich einige Glasfabrikanten beklagen, ſeitdem das ſchwefelſaure Natrum zur Glasbereitung angewendet wird.

Es wurde bereits bemerkt, daß die flüſſige reine Chlorwaſſerſtoffſäure weiß iſt; allein dies findet nicht bei der käuflichen ſtatt, dieſe iſt ſtets gelblich gefärbt von Eiſenchlorid was in ihr aufgelöſt iſt. Außerdem enthält ſie häufig Schwefelſäure, was wohl bei Anwendungen beachtet werden muß, wo dieſe ſchädlich werden könnte.

Chlorſäure.

(Synonyme. Überoxydirte oder hyperoxydirte Salzſäure. Lat. Acidum chloricum, Acidum oxymuriaticum. Franz. Acide chlorique, Acide muriatique suroxigené.)

59. Bereitung. Wir haben bereits im Vorbeigehen (44) bemerkt, daß das im Waſſer aufgelößte Chlor auf dieſe Flüſſigkeit unter Einfluß des Sonnenlichts wirke, ſich in Salzſäure verwandle, indem es einen Theil des Sauerſtoffs des Waſſers frei macht und ſich ſelbſt mit dem andern Theil deſſelben verbindet, um eine Sauerſtoffſäure zu bilden. Hat

*) In den ungeheuern Sodafabriken zu Marſeille wird die Salzſäure nicht aufgefangen, ſondern in lange, ganz leicht aus Kalkſteinen erbaute Schornſteine geleitet, wo ſie ſich in ſalzſauren Kalk oder Chlorcalcium umwandelt, was in die Erde verſinkt, aber in ſo großer Maſſe der Vegetation höchſt nachtheilig iſt. Die Schornſteine laufen ſchief an den zunächſt liegenden Bergen empor, die ihnen zugleich als Grundlage dienen. C

man die in unſerer Einleitung entwickelten Grundſätze wohl aufgefaßt, ſo ſieht man leicht ein, daß die Bildung dieſer letzten Säure durch die Gegenwart einer mächtigen Baſis, wie z. B. des Kalis oder des Natrums, begünſtigt wird, welche ſich in concentrirten Auflöſungen befinden.

Dieß findet wirklich ſtatt, und auf dieſen Grundſatz ſtüzt ſich auch die Bereitung der chlorſauren Salze und folglich der Chlorſäure. Wir werden ſpäter die Darſtellung des chlorſauren Kalis genauer unterſuchen, und wollen hier deshalb nur der chemiſchen Grundſätze erwähnen, worauf dieſelbe beruht. Man läßt einen Strom reines Chlor durch eine concentrirte Auflöſung von Kali ſtreichen, wo ſich dann Chlorkalium und chlorſaures Kali bildet, nämlich der Sauerſtoff des Kali, welches ſich in Chlorkalium verwandelt hat, erzeugt mit einer hinlänglichen Menge Chlor, Chlorſäure. Da das chlorſaure Kali weniger auflöslich iſt als das Chlorkalium, ſo können beide Salze leicht durch Kryſtalliſation von einander getrennt werden.

Um die Chlorſäure darzuſtellen, verwandelt man das chlorſaure Kali in chlorſauren Baryt. Man löſt hierauf den chlorſauren Baryt in Waſſer auf, gießt nach und nach verdünnte Schwefelſäure hinzu, bis die Flüſſigkeit weder durch Säure noch durch Baryt ſelbſt getrübt wird, filtrirt und dampft endlich dieſelbe langſam ab, bis ſie eine beinahe öhlartige Beſchaffenheit erlangt hat.

Bei dieſer Bereitung zerſetzt die Schwefelſäure den chlorſauren Baryt, indem ſchwefelſaurer Baryt zu Boden fällt und Chlorſäure frei wird, welche ſich ſo innig mit dem Waſſer verbindet, daß es unmöglich iſt, ſie zu trocknen ohne ſie zu zerſetzen.

60. Eigenſchaften. Die Chlorſäure iſt ſtets tropfbar flüſſig, ohne Geruch, farblos und von ſehr ſaurem Geſchmack. Taucht man einen Lakmuspapierſtreifen in dieſelbe, ſo wird dieſer erſt geröthet, und nach einigen Tagen verſchwindet die Farbe ganz. Nach Vauquelins Beobachtung wirkt ſie nicht auf die ſchwefelſaure Indigoauflöſung. Das Licht verändert ſie nicht, bei gelinder Wärme kann ſie concentrirt werden, wie bereits erwähnt worden. Die Chlor-

waſſerſtoffſäure, Schwefelwaſſerſtoffſäure und ſchweflichte Säure zerſetzen dieſelbe bei gewöhnlicher Temperatur, und die Erzeugniſſe ſind im erſten Falle Waſſer, Sauerſtoff und Chlor, beim zweiten Waſſer, Schwefel und Chlor und im dritten Falle Chlor und Schwefelſäure. Die Salpeterſäure wirkt nicht auf die Chlorſäure; mit den Salzbaſen vereinigt ſie ſich zu Salzen, welche, mit Kohle oder Schwefel gemengt, entweder durch den Stoß oder die Wärme lebhaft verpuffen. Sie trübt die Silberauflöſung nicht, ſo wie die Chlorwaſſerſtoffſäure, das Chlor oder Chloroxyd, welche eine plötzliche Fällung bewirken; ſelbſt keine Metallauflöſung wird durch ſie gefällt.

61. Geſchichte. Berthollet, dem wir die Entdeckung der chlorſauren Salze verdanken, hatte beobachtet, daß dieſe Salze eine eigenthümliche Säure enthalten müßen, aber er hatte dieſelbe nicht von den Baſen, mit welchen ſie verbunden war, getrennt; Gay-Luſſac war der Erſte, der ſie im getrennten Zuſtande darſtellte, und wir haben aus ſeiner Abhandlung (Schweigger, Journal für Chemie und Phyſik XIV, 79.) beinahe alles genommen, was wir über dieſen Gegenſtand hier mittheilten.

Die Chlorſäure kommt weder frei noch verbunden in der Natur vor.

62. Zuſammenſetzung. Gay-Luſſac hat ſie nach den Produkten beſtimmt, welche man bei der Zerſetzung des chlorſauren Kalis durch Feuer erhält (18). Da das chlorſaure Salz in der Hitze den Sauerſtoff des Kali und den der Säure zugleich verliert, während ſich Chlor und Kalium mit einander verbinden, ſo ergiebt ſich daraus, daß 1 Atom chlorſaures Kali 6 At. Sauerſtoff und 1 At. Chlorkalium giebt. Letzteres enthält 2 At. Chlor und das Kali enthielt 1 At. Sauerſtoff; es muß deshalb die Chlorſäure aus 5 At. Sauerſtoff und 2 At. Chlor zuſammengeſetzt ſeyn, nämlich:

2 Atom Chlor	=	442,64	oder	46,97
5 Atom Sauerſtoff	=	500,00	—	53,03
1 Atom Chlorſäure	=	942,64		100,00

63. Benutzung. Die Chlorſäure fand im reinen Zuſtande noch keine Anwendung; dagegen mit Kali verbunden bildet ſie ein Salz, was ſehr häufig angewendet wird, und welches ſeine Eigenſchaften der darin enthaltenen Säure verdankt.

Oxydirte Chlorſäure und Chloroxyd.

64. Wir werden dieſe Verbindungen nur kurz erwähnen. Ihre Exiſtenz muß denjenigen Fabrikanten wenigſtens bekannt ſeyn, welche mit chlorſaurem Kali umgehen; denn in vielen Fällen veranlaßt theils ihre plötzliche Erzeugung, theils ihre merkwürdige Eigenſchaft, eine nützliche Anwendung des chlorſauren Kalis.

Man unterſcheidet zwei Chloroxyde; allein es iſt vielleicht möglich, daß nur eines davon exiſtirt. Da es ſehr ſchwierig iſt, mit denſelben zu operiren und ſie rein zu erhalten, ſo war es bis jetzt noch nicht möglich die darüber obwaltenden Zweifel zu beſeitigen. Wir werden bei nachſtehenden Betrachtungen nur die Exiſtenz eines Einzigen annehmen, und die uns hierzu beſtimmenden Gründe weiter entwickeln.

Die Bildung deſſen, welches wir allein annehmen, iſt unzertrennlich von der Erzeugung der oxydirten Chlorſäure. Dieſes Oxyd wurde von Humphry Davy, und die Chlorſäure von dem Grafen Stadion entdeckt. Sie erzeugen ſich zugleich jedesmal, wenn chlorſaures Kali durch concentrirte oder nur wenig verdünnte Schwefelſäure zerſetzt wird. Dieſer Verſuch iſt jedoch ſehr ſchwierig auszuführen, denn das Chloroxyd iſt ein ſo leicht detonnirendes Gas, daß ſchon die bei der Einwirkung der Schwefelſäure auf das chlorſaure Kali freiwerdende Wärme hinreicht, um die Verpuffung zu bewerkſtelligen. Man kann ſich leicht davon überzeugen, wenn man etwa 1 oder 2 Gran chlorſaures Kali auf einen Stein legt und einige Tropfen concentrirte Schwefelſäure darauf gießt. Es entbindet ſich ſogleich ein grünliches Gas, nämlich Chloroxyd, indem man ein ſtarkes Kniſtern hört und das Gemenge wird zugleich, und zwar mit deſto größerer Ge-

walt umhergeworfen, als man mit größern Maſſen operirt hat.

Um ſo viel als möglich die Gefahr, welche dieſen Verſuch begleitet, zu vermindern, muß man Schwefelſäure anwenden, welche mit der Hälfte ihres Gewichtes Waſſer verdünnt iſt. Man nimmt das chlorſaure Kali in Pulverform und bildet einen Teig, indem man es mit dieſer Säure, welche man zuvor erkalten ließ, zuſammen reibt. Dieſe teigartige Maſſe wird nun in eine Glasröhre von 1 Zoll Durchmeſſer und 6 Zoll Länge gebracht, an deren Öffnung man einen Korkſtöpſel mit einer kleinen gebogenen Röhre von 2 Millimeter Durchmeſſer einſetzt. Man füllt die große Röhre beinahe bis an den Stöpſel mit der Maſſe an, um den leeren Raum ſo zu vermindern, daß das Gas, welches ſich darin anſammeln könnte, nie eine gewaltſame Detonnation verurſachen kann. Die große Röhre muß faſt ſenkrecht geſtellt und in ein mit Waſſer gefülltes Gefäß getaucht werden; die kleine Röhre muß in Queckſilber gehen, wenn man das Gas ganz, oder in Waſſer, wenn man es nur zum Theil auffangen will. Hat man dieſe Vorrichtung getroffen, ſo erwärmt man das Waſſer, in welches man die große Röhre getaucht hat, und bald entbindet ſich das Chloroxyd un begiebt ſich in die zum Auffangen beſtimmten Gefäße. Wenn die Entbindung aufgehört hat, ſo findet man in der Röhre eine Salzmaſſe, die aus ſchwefelſaurem, chlorſaurem und oxydirt-chlorſaurem Kali beſteht.

Das Chloroxydgas beſteht aus ½ Maaß Chlor und 1 Maaß Sauerſtoff, welche ſich in 1 Maaß verdichtet haben. Die oxydirte Chlorſäure enthält 2 Maaß Chlor und 7 Maaß Sauerſtoff.

Da die Chlorſäure aus 2 Maaß Chlor und 5 Maaß Sauerſtoff zuſammengeſetzt iſt, ſo geht daraus hervor, daß ſie unter Einfluß der Schwefelſäure auf folgende Weiſe ſich zerſetzt:

Angewendete Atome.

3 chlorſaures Kali	4591,65
2 waſſerfreie Schwefelſäure	1002,32

Hervorgebrachte Atome.

8 Chloroxyd 1685,28
1 oxydirt-chlorſaures Kali 1730,55
2 ſchwefelſaures Kali . 2178,14

Wir wollen nur kurz erwähnen, was über die Eigenſchaften dieſer zwei neuen Körper bekannt iſt.

65. Das Chloroxyd iſt bei gewöhnlichem Luftdrucke gasförmig und wird unter ſtärkerem Drucke zu einer tropfbaren Flüſſigkeit verdichtet. Seine Farbe iſt grünlich; ſeine Dichtigkeit muß gleich der des Sauerſtoffs und der halben Dichtigkeit des Chlors zuſammen genommen ſeyn, nämlich 2,315. Es riecht gewürzhaft und hat keine Ähnlichkeit mit dem Geruche des Chlors. Die Lakmustinktur zerſtört es, ohne ſie vorher zu röthen. Bei einer Temperatur von 100° detonnirt es plötzlich, indem es ſich in Chlor und Sauerſtoff verwandelt. In Berührung mit Phosphor detonnirt es ſogleich und es bildet ſich ohne Zweifel Phosphorſäure und Chlorphosphor. Die meiſten übrigen Körper wirken nur bei einer höhern Temperatur auf daſſelbe; die daraus hervorgehenden Produkte ſind leicht vorher zu beſtimmen. Das Jod allein bietet beſondere Reſultate dar, deren wir bald erwähnen werden.

Das Waſſer verſchluckt dieſes Gas ſchnell, färbt ſich gelb und erhält dadurch einen zuſammenziehenden und ätzenden ſehr unangenehmen Geſchmack.

66. Die Bereitung der oxydirten Chlorſäure iſt ſehr einfach: Man nimmt den ſalzigen Rückſtand der vorhergehenden Operation, oder noch beſſer den Rückſtand einer ähnlichen Operation, welche man in einer Abdampfſchale vorgenommen hat, um eine größere Menge auf eine gefahrloſe Weiſe zu erhalten, indem man jedoch hierbei das ſich entbindende Gas verliert. Der Rückſtand, wie bereits erwähnt worden, enthält ſchwefelſaures, chlorſaures und oxydirt-chlorſaures Kali. Man kann durch Hinzufügen von etwas verdünnter Schwefelſäure das chlorſaure Salz faſt gänzlich zerſtören, wenn man das Gemenge umrührt, indem es einige Augenblicke in einer Temperatur von 90° erhalten wird. Die zurückbleibende Maße iſt ſehr ſauer und da das ſaure ſchwe-

felſaure Kali viel auflöslicher iſt, als das oxydirt-chlorſaure Salz, ſo darf man nur etwas Waſſer zufügen, und das Ganze auf ein Filter bringen und ſo lange waſchen, bis das Waſchwaſſer nicht mehr Lakmuspapier röthet; das oxydirte chlorſaure Kali bleibt nun faſt ganz auf dem Filter zurück. 100 Theile chlorſaures Kali ſollten ungefähr 37 Theile von dieſem Salze geben, allein man erhält nur 28 Theile. Der Verluſt iſt, wenn man das oft wiederholte nöthige Ausſüßen mit in Betracht zieht, nicht bedeutend.

Aus dem oxydirt chlorſauren Kali läßt ſich äußerſt leicht die Säure abſcheiden. Man mengt zu dem Ende 1 Theil deſſelben mit ½ Theil Schwefelſäure, die zuvor mit ⅓ ihres Gewichtes Waſſer verdünnt worden. Das Gemenge wird in eine Glasretorte gebracht und deſtillirt, indem man die Temperatur bis auf 140° c. erhöht. Die oxydirte Chlorſäure entbindet ſich in Form weißer Dämpfe, welche ſich zu einer farbloſen Flüſſigkeit in der an die Retorte angebrachten Vorlage verdichten. Dieſe Säure iſt jedoch nicht rein, ſondern enthält Schwefelſäure und Chlorwaſſerſtoffſäure. Um dieſe davon zu trennen, behandelt man die Flüſſigkeit mit Baryt und Silberoxyd in angemeſſener Menge, welche ſich der beiden letztern Säuren bemächtigen. Es würde einfacher ſeyn, die Salzſäure mittelſt ſchwefelſaurem Silber zu trennen, welches unauflösliches Chlorſilber bilden würde, während ſich die darin befindliche Schwefelſäure mit der in der Flüſſigkeit ſchon vorhandenen vereinigen würde. Man könnte dieſe ſodann durch kohlenſaures Blei oder Bleioxyd, welches man im Überſchuß zufügt, fortſchaffen. Es bildete ſich dabei unauflösliches ſchwefelſaures Blei und die filtrirte Flüſſigkeit würde dann ein Gemenge von oxydirt chlorſaurem Blei und oxydirter Chlorſäure ſeyn. Das Bleioxyd könnte daraus mittelſt Schwefelwaſſerſtoff abgeſchieden werden, wobei ſich Waſſer und unlösliches Schwefelblei bilden würde. Durch Filtriren bekäme man die reine Säure, die man, um ſie zu concentriren, unter die Luftpumpe mit einem Schwefelſäure haltenden Gefäße bringen würde.

67. Dieſe Säure iſt ohne Farbe und Geruch, ſie röthet das Lakmuspapier ohne ſeine Farbe zu zerſtören. Son-

derbar iſt es, daß ſie beſtändiger als die Chlorſäure iſt, denn letztere wird durch Wärme zerſetzt, während ſich die oxydirte Chlorſäure ohne Schwierigkeit deſtilliren läßt. Die Salzſäure, ſchweflichte Säure und Schwefelwaſſerſtoffſäure, welche die Chlorſäure ſogleich zerſtören, äußern keine Wirkung auf die oxydirte Chlorſäure. Die Silberſalze erleiden keine Veränderung durch dieſelbe, was auch bei der Chlorſäure der Fall iſt. Chlor, Chlorwaſſerſtoffſäure und Chloroxyd dagegen trüben augenblicklich die Silberſalzauflöſungen. Das oxydirt chlorſaure Kali endlich, das einzige Salz, welches von dieſer Gattung unterſucht worden iſt, unterſcheidet ſich weſentlich vom chlorſauren Kali, indem es nur ſchwer und ſchwach mit denjenigen Stoffen detonnirt, welche mit dem Letztern ſo fürchterliche Detonnationen erzeugen.

Man zerlegte dieſe Säure, indem man das oxydirt-chlorſaure Kali, gleichwie bei Zerlegung der Chlorſäure, der Wirkung des Feuers ausſetzt. Es erzeugt ſich auch Chlorkalium und Sauerſtoff.

68. Viele Chemiker nehmen an, daß man noch ein zweites Chloroxyd erhält, wenn man chlorſaures Kali durch Salzſäure behandelt. Der Apparat iſt derſelbe, wie der oben bei Bereitung des abgehandelten Chloroxyds beſchriebene; die Operation wird auf dieſelbe Weiſe ausgeführt, nur mit dem Unterſchiede, daß man die Schwefelſäure durch Chlorwaſſerſtoffſäure von ungefähr 1,10 ſpezif. Gewicht erſetzt. Es entbindet ſich ein ähnliches Gas, wie das bereits betrachtete, was mir aber ein Gemenge von Chlor und Chloroxyd zu ſeyn ſcheint.

Wird dieſes Gas mit Waſſer in Berührung gebracht, ſo löſt ſich ein Theil davon auf und Chlor bleibt zurück; dieſe Auflöſung beſitzt ganz die Eigenſchaften einer Auflöſung unſeres Chloroxyds. Wird dies Gas zerſetzt, ſo erhält man aus 100 Maaß 24 Maaß Sauerſtoff und 80 Maaß Chlor. Die Verdichtung würde demnach $\frac{1}{5}$ des ganzen Volumens betragen, wovon man kein Beiſpiel kennt. Dieſes Reſultat ergiebt ſich auch vollkommen, wenn man das erwähnte Gas als ein Gemenge von 3 Maaß Chlor und 2 Maaß Chloroxyd betrachtet. Man kann auch bei Bereitung dieſes Gaſes nur

Chlor erhalten, wenn man einen Überſchuß von Chlorwaſſerſtoffſäure anwendet. Aber wie kommt es, daß, indem man über Queckſilber operirt, was gewöhnlich der Fall iſt, das freie Chlor nicht durch dieſes Metall abſorbirt wird? Die Gefahr, welcher man bei dieſen Verſuchen ausgeſetzt iſt, erklärt die Ungewißheit, welche in dieſer Hinſicht noch herrſcht. Als weſentlich bemerken wir noch, daß dieſe Oxyde mit Heftigkeit detonniren, nicht allein bei mäßiger Erhöhung der Temperatur, ſondern auch von ſelbſt, entweder indem man ſie in ein anderes Gefäß bringt, oder während man ſie auffängt, ja ſogar, und davon war ich mehrmals Zeuge, wenn man ſie ſich ſelbſt überläßt und ſcheinbar nichts das Gleichgewicht ihrer Theilchen ſtört. Die Detonnationen ſind ſehr heftig, die Gaſe leuchten, und die Gefäße, die beinahe immer zerbrechen, werden weit umher geſchleudert.

Capitel IV.

Brom. — Bromwaſſerſtoffſäure. — Bromſäure. — Chlorbrom. —

69. Das Brom iſt eine in jeder Beziehung ſehr merkwürdige Subſtanz, ſowohl hinſichtlich ſeiner Eigenſchaften, als in Bezug auf die Art ſeiner Entdeckung. Noch war kein Anzeichen vorhanden, was auf das Daſeyn dieſes Körpers hätte ſchließen laſſen, als es Balard in Montpellier durch ſorgfältig und ſcharfſinnig angeſtellte Unterſuchungen gelang, es nicht nur aus den Mutterlaugen der Salzgräben *) abzuſondern, ſondern auch ſeine Eigenſchaften ſo vollſtändig zu erforſchen, daß andern Chemikern hierin wenig mehr zu thun übrig blieb. Das Brom reihet ſich offenbar zwiſchen Chlor und Jod, denn in ſeinem Verhalten zeigt es die größte Ähnlichkeit mit dieſen beiden Stoffen und merkwürdiger Weiſe ſcheint auch geologiſch zwiſchen dieſen drei Körpern ein Zuſammenhang ſtatt zu finden, indem man neuerdings das Brom auch in den Rückſtänden der Salzſolen entdeckt.

Alles was wir davon ſagen können iſt aus Balards Abhandlung entlehnt. (Kaſtner's Archiv f. d. g. Naturl. Band IX. S. 231. u. f.)

Brom.

70. Eigenſchaften. Das Brom erſcheint als eine dunkelrothe Flüſſigkeit, wenn man es in Maſſe und bei zurückſtrahlendem Lichte betrachtet; aber von hyacinthrother Farbe, wenn man es in dünnen Lagen zwiſchen das Licht und das Auge bringt. Sein Geruch iſt höchſt widrig und erinnert, wiewohl in geſteigertem Grade, an den der Oxyde des

*) Salzgräben ſind mit Erddämmen eingeſchloſſene Räume an dem Ufer des Meeres in welchen durch langſames Verdunſten des Meerwaſſers an der Sonne Meerſalz gewonnen wird. E.

Chlors. Sein Geſchmack iſt überaus ſtark. Es greift die organiſchen Stoffe an, z. B. Holz, Kork u. ſ. w. und namentlich die Haut, welche es zerfrißt indem es ſie ſtark gelb färbt. Dieſe Farbe, weniger intenſiv als die, welche das Jod erzeugt, verſchwindet wie letztere nach Verlauf einiger Zeit; aber wenn die Berührung damit längere Zeit dauerte, verliert ſie ſich nur dann, wenn die Oberhaut ſelbſt ſich abſchält. Seine Wirkung auf die Thiere iſt mächtig. Ein Tropfen davon in den Schnabel eines Vogels gebracht, reicht hin um dieſen zu tödten.

Das ſpezif. Gewicht des Broms beträgt 2,966. Nach Balard widerſteht es ohne zu gefrieren einer Temperatur von — 18° c., jedoch nach Serullas wird es um dieſe Temperatur hin oder höchſtens bei — 20° c. plötzlich feſt und ſehr ſpröde.*) Es verflüchtigt ſich leicht und dieſe große Flüchtigkeit ſticht gegen ſein ſpezif. Gewicht auffallend ab. Man bedarf nur eines Tropfens Brom, um den inneren Raum irgend eines Gefäßes augenblicklich mit einem dunkelröthlichen Dampfe zu erfüllen, der wegen ſeiner Farbe mit dem der ſalpetrichten Säure verwechſelt werden könnte, wenn er ſich nicht durch eine Menge anderer Eigenſchaften davon unterſchiede. Bei einer Temperatur von 47° c. geräth es ins Kochen. Die Rothglühhitze äußert keine Wirkung auf dieſen Stoff. In trocknem Zuſtande iſt er ein ſehr ſchlechter Leiter der Elektricität. Sein Dampf löſcht brennende Körper; aber gleichwohl brennen Kerzen in einer ſolchen Atmosphäre, wie im Chlor, mit einer unten grünen und oben rothen Flamme.

Das Brom iſt im Waſſer etwas auflöslich, mehr im Alcohol und am meiſten im Äther. Concentrirte Schwefelſäure nimmt nur ganz geringe Antheile davon auf und da ſie viel leichter iſt als Brom, ſo kann man ſich ihrer bedienen, um dieſes in ſchlecht verſchloſſenen Gefäßen aufzubewahren, da die überſchwimmende Säure ſeine Verdampfung hindert. Olivenöhl greift es langſam an; es röthet die Lakmustinktur

*) Nach Liebig (Jahrbuch der Chemie und Phyſik 1. 102.) erſtarrt das Brom bei — 25° c; er fand daſſelbe blättrig kryſtalliſirt und an mehreren Stellen von bleigrauem metalliſchem Anſehen; bei 12° c. war es größtentheils noch nicht geſchmolzen.

nicht, aber zerſtört ſie ſchnell wie das Chlor und entfärbt auf gleiche Weiſe die Löſung des Indigs in Schwefelſäure.

71. Bereitungsart. Man kann zweierlei Verfahren anwenden. Erſteres beſteht darin, die Mutterlauge der Salinen, worauf man vorher Chlor einwirken ließ, zu deſtilliren und die im Augenblicke des Kochens übergehenden rothen Dämpfe durch ein erkältendes Gemiſche zu verdichten. Die Mutterlaugen, die man dazu benutzt, enthalten Brommagneſium, welches durch das Chlor zerſetzt wird. Es bildet ſich Chlormagneſium und das Brom wird frei.

Man erhält durch dieſes langſam ausführbare Verfahren nur wenig und unreines Brom. Balard überzeugte ſich, daß es in dieſem Falle beſtändig mit einer dreifachen Verbindung von Waſſerſtoff, Kohle und Brom, die ihrer Natur nach Ähnlichkeit mit dem Chlorkohlenwaſſerſtoff hatte, gemengt war. Später verzichtete er auf dieſe Bereitungsart gänzlich, da er zu dieſem Behufe eine viel leichter ausführbare Methode auffand, welche bei weitem reineres Brom und in viel größerer Menge lieferte.

Dieſe zweite Verfahrungsart beſteht in Folgenden: nachdem man einen Strom von Chlor durch die Salzmutterlauge ſtreichen ließ, um das Brom frei zu machen, füllt man das Gefäß, worin ſie ſich befindet, gänzlich mit Schwefeläther, ſchüttelt ſodann ſtark, damit beide Flüſſigkeiten ſich vermengen, und läßt ſie nachher einige Augenblicke in Ruhe, um ihre Trennung zu befördern; der Äther ſehr ſchön hyacinthroth gefärbt ſchwimmt oben, während die entfärbte Salzmutterlauge, ſtatt des heftigen und reitzenden Geruches von Brom, jetzt nur angenehm nach Äther riecht, den ſie aufgelöſt hält.

Der gefärbte Äther (eine wirkliche ätheriſche Auflöſung des Broms) verliert Farbe und widrigen Geruch, ſobald man ihn mit einer alkaliſchen Subſtanz, namentlich mit Ätzkali, ſchüttelt. Dieſes ſaugt das Brom ein, und durch die aufeinander folgende Behandlung der gelben Salzmutterlaugen mit Äther und des gefärbten Äthers mit Kali, gelingt es, alles Brom, das ſich in einer bedeutenden Waſſermaſſe entwickelte, an eine geringe Menge dieſes Alkalis zu binden.

Das Kali verliert nach und nach alle ſeine alkaliſchen Eigenſchaften, verwandelt ſich in ziemlich unlösliches bromſaures Kali und in ſehr auflösliches Bromkalium, das durch Abrauchen der Flüſſigkeit in Würfeln kryſtalliſirt. Dieſe Kryſtallwürfel ſind es, welche man zur Gewinnung des Broms mit Vortheil benutzt.

Man pulvert ſie zu dieſem Endzwecke, mengt das Pulver mit gereinigtem Manganſuperoxyd, bringt das Gemenge in einen kleinen Deſtillirapparat und übergießt es mit Schwefelſäure, die man durch ihr halbes Gewicht Waſſer verdünnt hat.

Dieſe Säure, welche mit den Kryſtallen allein in Berührung gebracht, oder auch wenn man ſie in ſehr concentrirtem Zuſtande auf das erwähnte Gemenge hätte einwirken laſſen, nur weiße Dämpfe und ſehr wenig Brom entwickelt haben würde, erzeugt in obigem Falle rothe Dämpfe, die ſich zu Bromtropfen verdichten und geſammelt werden können, wenn man den Hals der Retorte auf den Boden einer kleinen mit kaltem Waſſer angefüllten Vorlage taugt. Der Theil des Broms, welcher in Dämpfen ankommt, lößt ſich im Waſſer auf; was aber davon ſchon im Halſe der Retorte in Tropfenform verdichtet wird, fällt vermöge ſeines großen ſpez. Gewichtes auf den Boden des Gefäßes. Wie ſtark auch immerhin die Verwandſchaft des Waſſers zu dieſem Körper iſt, ſo ſättigt ſich doch bald die flüſſige Schicht welche ihn umgiebt und indem ſie ihn von allen Seiten einhüllt, ſchützt ſie ihn vor der auflöſenden Kraft der oberen Schichten. Um das Brom dann ſehr rein zu bekommen, braucht man es nur abzugießen und ihm durch Deſtillation über Chlorcalcium das Waſſer, welches es noch zurückhalten könnte, zu entziehen.

Wir wollen die Theorie dieſer Bereitungsart kurz wiederholen. Das Brom befindet ſich in der Mutterlauge als Brommagneſium. Das Chlor, welches man durch ſie ſtreichen läßt, bemächtigt ſich des Magneſiums und macht das Brom frei; dieſes bleibt im Waſſer aufgelöſt; aber da es in Schwefeläther weit auflöslicher iſt, als im Waſſer, ſo muß begreiflicher Weiſe, indem man die wäſſerige Löſung mit Äther

ſchüttelt, dieſer dem Waſſer alles Brom entziehen. Auf der andern Seite giebt wiederum der Äther daſſelbe ab, indem man ihn mit einer Auflöſung von Kali in Berührung ſetzt, welches das Brom in ſehr lösliches Bromkalium und in wenig lösliches bromſaures Kali umändert. Endlich erleidet das durch Abdampfen geſammelte, und mit dem Gemenge von Braunſtein und verdünnter Schwefelſäure behandelte Bromkalium, ganz ähnliche Veränderungen wie das Chlornatrium, von dem bei Bereitung des Chlors geſprochen wurde. Theorie und Berechnung ſind einander ähnlich, wenn man nur die Atomgewichte des Bromkaliums, Broms und ſchwefelſauren Kalis an die Stelle derjenigen des Chlornatriums, Chlors und ſchwefelſauren Natrons ſetzt. (45. u. 46.) *).

Bromwaſſerſtoffſäure.

(Synonyme. Hydrobromſäure. Lat. Acidum hydrobromicum. Franz. Acide hydrobromique.)

72. Dieſe Säure iſt einerſeits der Chlorwaſſerſtoffſäure ähnlich und nähert ſich aber anderſeits der Jodwaſſerſtoffſäure; ſo daß eine Vergleichung zwiſchen den Eigenſchaften dieſer drei Körper dieſelben auf eine beſtimmte Weiſe zu ordnen verſtattet.

Wir beſchränken uns hier auf die Angabe der Grundzüge dieſer Ähnlichkeit oder Verſchiedenheit, indem wir uns vorbehalten, ſpäter auf dieſen Gegenſtand zurückzukommen, wenn ſich Gelegenheit hierzu darbietet.

Brom und Waſſerſtoff verbinden ſich geradezu nur ſchwierig. Die Verbindung ſcheint nicht mit hinreichender Wärmeentwicklung vor ſich zu gehen, um, ſobald die Einwirkung auf einem Punkte begonnen hat, eine Detonation des Gemenges beider Körper möglich zu machen. Balard konnte ein Gemenge von Waſſerſtoff und Bromdampf nur unvollſtändig in Bromwaſſerſtoffſäure verwandeln, indem er einen brennenden Körper im Innern des Gefäßes hin und her bewegte. Die Verbindung ließe ſich demnach bewerk-

*) Die Schmede'ſche Apotheke in Kreuznach verkauft die Unze Brom zu 2 Thlr. die Unze Bromkalium zu 1 Thlr. 4 ggr.

ſtelligen, wenn man das Gemenge von Brom und Waſſerſtoff durch eine glühende Röhre leitete.

Das Sonnenlicht äußert keinen Einfluß auf das Gemenge.

73. Bereitungsart. Wenn eine Bromverbindung mit einem Alkalimetall z. B. Bromkalium mit concentrirter Schwefelſäure behandelt wird, ſo entbindet ſich ein ſaures Gas; welches die Bromwaſſerſtoffſäure iſt, deren Bildung durch die nämlichen Umſtände beſtimmt wird, welche die Entwicklung der oben betrachteten Chlorwaſſerſtoffſäure bedingen. Aber in dieſem Falle iſt die Bromwaſſerſtoffſäure nicht rein, ſondern von etwas ſchwefelichter Säure begleitet, die dadurch entſteht, daß ein Theil der Schwefelſäure durch die Bromwaſſerſtoffſäure ſelbſt zerſetzt wird, wodurch zugleich etwas Brom frei wird und Waſſer ſich bildet. Da endlich die Bromverbindungen häufig durch Kochſalz verunreinigt ſind, ſo folgt, daß ſich außerdem etwas Chlorwaſſerſtoffſäure entbindet. Durch das angegebene Verfahren überzeugt man ſich alſo nur von dem Daſeyn der Bromwaſſerſtoffſäure, ohne jedoch dadurch im Stande zu ſeyn, ſie rein zu erhalten.

Hierzu gelangt man auf einem andern Wege, ähnlich denjenigen, deſſen man ſich bereits zur Darſtellung der Jodwaſſerſtoffſäure bedient hatte.

Dieſes Verfahren beſteht darin, Waſſer, Phosphor und Brom in angemeſſenen Verhältniſſen zuſammen zu bringen. Es erzeugt ſich phosphorichte oder Phosphorſäure, die zurückgehalten wird, und Bromwaſſerſtoffſäure, die ſich entwikkelt.

74. Eigenſchaften. Die Bromwaſſerſtoffſäure iſt ein farbloſes Gas, raucht an der Luft, von ſehr ſaurem, ſtechenden Geſchmack und höchſt auflöslich im Waſſer. Ihre Auflöſung in dieſer Flüſſigkeit geht mit merklicher Temperaturerhöhung vor ſich. Die Flüſſigkeit nimmt an Dichtigkeit zu und wird an der Luft rauchend. Brom lößt ſich leicht und in großer Menge in flüſſiger Bromwaſſerſtoffſäure auf, was dieſelbe der Jodwaſſerſtoffſäure näher ſtellt und ſie im Gegentheile von Chlorwaſſerſtoffſäure entfernt. Bromwaſſerſtoffſäure wird bei erhöhter Temperatur durch Sauerſtoff

nicht zerſetzt, worin ſie der Chlorwaſſerſtoffſäure *) gleicht; andrerſeits zerſetzt aber Brom bei erhöhter Temperatur auch nicht das Waſſer, und darin kommt es mit dem Jod überein.

Chlor zerſetzt die Bromwaſſerſtoffſäure ſchnell; es ſetzt ſich Brom oder Chlorbrom ab und es bildet ſich Chlorwaſſerſtoffſäure. Durch Salpeterſäure wird ſie gleichfalls zerſetzt und in der Flüſſigkeit bleibt Brom und ſalpetrichte Säure zurück. Es iſt dieß eine Art von Königswaſſer. Schwefelſäure wirkt gleichfalls zerſtörend auf ſie ein, aber ihre Wirkung iſt viel ſchwächer; es entſteht Brom und ſchweflichte Säure. Bromwaſſerſtoffſäure verhält ſich zu den Oxyden gerade wie Chlorwaſſerſtoffſäure und von Seite der Metalle erleidet ſie ähnliche aber leichter vor ſich gehende Zerſetzungen.

75. Zuſammenſetzung. Sie beſteht aus 1 Maaß Bromdampf und 1 Maaß Waſſerſtoff, die ohne Verdichtung verbunden ſind. Man beweiſt dies ebenſo wie bei der Chlor- und Jodwaſſerſtoffſäure. Sie enthält alſo

1 At. Brom	466,40	oder auch	98,68
1 At. Waſſerſtoff	6,24		1,32
2 At. Bromwaſſerſtoffſäure	472,64		100,00

Bromſäure.

(Synonyme. Lat. Acidum bromicum. Franz. Acide bromique.)

76. Bereitungsart. Wenn man Brom mit hinlänglich concentrirter Kalilöſung ſchüttelt, bilden ſich zwei weſentlich verſchiedene Verbindungen. Man erhält eine Auflöſung von Bromkalium und auf den Boden des Gefäßes ſetzt ſich ein weißes kryſtalliniſches Pulver ab, das auf glühenden Kohlen wie Salpeter verpufft und durch die Hitze unter Entbindung von Sauerſtoffgas in Bromkalium verwandelt wird. Dies iſt bromſaures Kali.

*) Wenn man Sauerſtoff in eine Auflöſung von Chlorwaſſerſtoff und ſodann das mit der Säure geſättigte Gas durch glühende Porzellanröhren leitet, kann man Chlor in bedeutender Menge erzeugen. Es iſt demnach nicht unwahrſcheinlich, daß auch Bromwaſſerſtoffſäure durch Sauerſtoff zerſetzt wird. E.

Das bromſaure Kali iſt im Alkohol nur wenig löslich, in ſiedendem Waſſer löſt es ſich in bedeutender Menge auf und kryſtalliſirt daraus beim Erkalten in Nadeln. Läßt man es durch Verdunſtung kryſtalliſiren, ſo erhält man kryſtalliniſche Blättchen von mattem Anſehen.

Das bromſaure Kali zeigt eine Eigenſchaft, welche die chlorſauren Salze nicht beſitzen, die man aber in hohem Grade bei den jodſauren wiederfindet. Seine Säure zerſetzt ſich bei der Berührung mit waſſerſtoffhaltigen Körpern gerade als ob ſie frei wäre; daher wirken Schwefelwaſſerſtoff Brom- und Chlorwaſſerſtoff dergeſtalt auf bromſaures Kali ein, daß in den zwei erſten Fällen eine Entwicklung von Brom, in dem letzten eine Verbindung von Chlor mit Brom hervorgebracht wird.

Auch ſchweflichte Säure zerſetzt das bromſaure Kali, indem Brom frei wird; ob hierbei zuerſt Waſſer zerlegt wird, oder ob die ſchweflichte Säure unmittelbar den Sauerſtoff der Bromſäure anzieht, iſt ſchwer zu entſcheiden.

Das bromſaure Kali kann man noch auf eine andere Art bereiten. Man darf z. B. nur Brom mit Chlor vereinigen und die wäſſerige Auflöſung dieſer Verbindung mit Kali in Berührung bringen, um augenblicklich, durch Zerſetzung des Waſſers *), bromſaures Kali und Chlorkalium zu erzeugen; beide Salze ſind wegen ihrer verſchiednen Auflöslichkeit leicht von einander zu ſcheiden.

Balard benutzte dieſes Verfahren zur Darſtellung des bromſauren Baryts, welchen er in nadelförmigen, in heißem Waſſer auflöslichen, in kaltem wenig auflösbaren Kryſtallen erhielt. Auf glühenden Kohlen verpuffen ſie mit grüner Flamme.

Gießt man verdünnte Schwefelſäure in eine wäſſerige Löſung von bromſauren Baryt, ſo daß die ganze Menge der Baſis abgeſchieden wird; ſo bekommt man eine Flüſſigkeit, die eine verdünnte Auflöſung von Bromſäure iſt.

---

*) Einfacher möchte wohl dieſe Wechſelwirkung zu erklären ſeyn, wenn man annimmt, daß das Chlor ſich des Kaliums aus einem Theil des vorhandenen Kalis bemächtigt und der freiwerdende Sauerſtoff das Brom ſäuert, welches nun als Bromſäure mit dem andern Antheile Kali bromſaures Kali bildet. E.

77. Eigenſchaften. Durch allmählige Verdampfung kann man den größeren Theil des Waſſers, womit die Bromſäure vermiſcht iſt, wegſchaffen. Sie erlangt dadurch eine ſyrupartige Conſiſtenz. Erhöht man noch mehr die Temperatur, um den ganzen Waſſergehalt zu verjagen, ſo verflüchtigt ſich ein Theil derſelben, und der andere wird in Brom und Sauerſtoff zerſetzt.

Daſſelbe ſcheint auch ſtatt zu finden, wenn man die Flüſſigkeit im luftleeren Raume mit Beihülfe der Schwefelſäure verdampft. Das Waſſer ſcheint alſo zum Beſtehen der Bromſäure nothwendig zu ſeyn.

Dieſe Säure röthet anfangs ſehr ſtark das Lakmuspapier, entfärbt es aber dann nach kurzer Zeit. Sie iſt faſt geruchlos, ihr Geſchmack iſt ſehr ſauer, aber durchaus nicht ätzend.

Salpeterſäure und Schwefelſäure wirken chemiſch nicht auf dieſelbe. Zwar bewirkt letztere im concentrirten Zuſtande ein Aufbrauſen, das vermuthlich einer Entbindung von Sauerſtoff zuzuſchreiben iſt, und ſcheidet Brom aus; aber dieſe Wirkung ſcheint von der erhöhten Temperatur herzurühren, welche die Schwefelſäure hervorbringt, oder vielleicht auch, weil ſie das Waſſer der Bromſäure an ſich zieht; denn ſie tritt nicht ein, ſobald die Schwefelſäure verdünnt iſt.

Dagegen die Waſſerſtoffſäuren, eben ſo wie diejenigen Säuren, welche nicht mit Sauerſtoff geſättigt ſind, äußern auf Bromſäure einen mächtigen Einfluß. Schweflichte Säure, Schwefel- Brom- Jod- und Chlorwaſſerſtoffſäure zerſetzen ſie und die beiden letzteren bilden damit Waſſer und Verbindungen von Brom mit Chlor oder Jod. Dieſe verſchiedenen Säuren mit Baſen vereinigt, verhalten ſich eben ſo gegen Bromſäure.

Bromſäure giebt mit Silberſalzen einen weißen pulverförmigen Niederſchlag, der wahrſcheinlich bromſaures Silber iſt. Sie fällt auf gleiche Weiſe concentrirte Auflöſungen der Bleiſalze; aber die Verbindung, welche in dieſem Falle erhalten wurde, löſt ſich bei Hinzufügung von etwas Waſſer auf und unterſcheidet ſich hierdurch von derjenigen, wel-

che Brommetalle in Auflöſungen derſelben Metallſalze hervorbringen.

In ſalpeterſaurem Queckſilberoxydul bewirkt ſie wie das bromſaure Kali einen weißen Niederſchlag.

Die Eigenſchaften der Bromſäure kommen ſowohl denen der Chlorſäure, wie denen der Jodſäure ſehr nahe; aber die Unmöglichkeit, ſie ihres Waſſers gänzlich zu berauben, und, ohne ſie wenigſtens theilweiſe zu zerſetzen, ihre Temperatur bis zum Siedpunkte zu erheben, macht ſie der Chlorſäure bei weitem ähnlicher und beweiſt, daß ſie ihren Sauerſtoff viel ſchwächer gebunden hält, als die Jodſäure.

78. Zuſammenſetzung. Die Chlorſäure iſt zuſammengeſetzt aus:

2 At. Brom	932,80	oder	65,10
5 At. Sauerſtoff	500,00		34,90
1 At. Bromſäure	1432,80		100,00

Man beweiſt dieß durch Zerſetzung des bromſauren Kalis in der Hitze. Es verwandelt ſich in Bromkalium und Sauerſtoff. Die Rechnung ſtimmt ganz mit der bei dem chlorſauern Kali gebrauchten überein. (62.)

Chlorbrom.

79. Das Brom verbindet ſich mit Chlor bei gewöhnlicher Temperatur. Die Verbindung wird erhalten, indem man Chlorgas durch Brom leitet und die ſich entwickelnden Dämpfe durch eine kaltmachende Miſchung verdichtet.

Chlorbrom iſt eine gelb-röthliche viel weniger dunkle Flüſſigkeit als das Brom ſelbſt; ſein Geruch iſt ſtark durchdringend und augenblicklich bis zu Thränen reizend, ſein Geſchmack überaus widrig. Es iſt ſehr flüſſig, und höchſt flüchtig. Die dunkelgelbe Farbe ſeiner Dämpfe ähnelt der der Chloroxyde und hat nicht die geringſte Ähnlichkeit mit der rothen Farbe des Bromdampfs.

Die Metalle verbrennt es und erzeugt vermuthlich Chlor- und Brommetalle mit denſelben.

Das Chlorbrom iſt im Waſſer auflöslich. Die hieraus entſtehende Flüſſigkeit beſitzt Farbe und Geruch der Verbindung und entfärbt wie ſie ſehr ſchnell das Lakmuspapier,

ohne es zu röthen. Chlorbrom kann ſich folglich im Waſſer auflöſen, ohne ſeine Beſchaffenheit zu ändern.

Dagegen zerſetzt es dieſe Flüſſigkeit bei Mitwirkung alkaliſcher Subſtanzen. Kali, Natron oder Baryt in eine Auflöſung von Chlorbrom gegoſſen, bilden Chlormetalle und bromſaure Salze; eine Eigenſchaft, die man bei dem Chlorjod wieder findet und welche zeigt, daß in der That das Chlor mehr Verwandtſchaft zum Waſſerſtoff beſitzt, als das Brom.

Capitel V.

Jod. — Jodwaſſerſtoffſäure. — Jodſäure. — Chlorjod. — Bromjod.

Jod.

(Synonyme. Jodine. Franz. Jode.)

80. Der einfache Körper, dem man wegen der ſchönen violetten Farbe ſeines Dampfes den Namen Jod ertheilt hat, wurde im Jahr 1811 von Courtois, einem Salpeterfabrikanten zu Paris, entdeckt. Seine chemiſche Eigenſchaften wurden zuerſt von Clement unterſucht; allein wir verdanken eigentlich Gay=Luſſac eine vollſtändige Unterſuchung dieſes Stoffes. (Schweig. Journ. 13. S. 384. und 14. S. 35. auch Gilb. Anm. 49. S. 1. und 211). Die Arbeit dieſes berühmten Chemikers wird lange Zeit als Muſter dienen, wegen jener bewundrungswürdigen Genauigkeit im Einzeln und des philoſophiſchen Geiſtes, der im Ganzen herrſcht, wodurch alle ſeine Schriften charakteriſirt werden. Davy und Vauquelin ſtellten gleichfalls verſchiedene Verſuche über dieſen Körper an, welche als Beiträge zur Kenntniß ſeiner Eigenſchaften betrachtet werden müſſen und auſſerdem verdanken wir Colin und Gaultier de Claubry bemerkenswerthe Beobachtungen über denſelben. Endlich entdeckte in der neueſten Zeit Boullay der Sohn eine neue Reihe von Verbindungen, welche das Jod eingeht und wovon man in den Künſten ſchon ſehr vortheilhafte Anwendung machte.

Das Jod intereſſirt in hohem Grade den Chemiker, wegen ſeiner beſtimmten und merkwürdigen Charaktere, den Arzt wegen der wunderbaren Wirkung, die es bei Behandlung der Kröpfe äußert, und den Fabrikanten endlich wegen der herrlichen Farben einiger ſeiner Verbindungen. Schon fängt man an, in den Kattundruckereien ſich deſſelben zu be=

dienen und ohne Zweifel werden andere Künſte gleichfalls bald Gebrauch davon machen.

81. Eigenſchaften. Jod in feſtem Zuſtande iſt ſchwarzgrau, aber ſein Dampf iſt ſehr ſchön violett; ſein Geruch iſt ganz der von ſchwachem Chlor. Es kommt häufig in glänzenden Schuppen vor, zuweilen in rautenförmigen ſehr breiten, und ſchimmernden Blättchen oder auch in länglichen Octaedern, die man bei einiger Sorgfalt bis zu der Länge von einem Centimeter erhält. Wenn es in Maſſe iſt, hat es einen blättrichen Bruch von fettigem Anſehen; es iſt ſehr weich, ſehr ſpröde und läßt ſich zerreiben. Sein Geſchmack iſt überaus ſcharf, obſchon es ſich nur unbedeutend auflöſt. Die Haut wird davon ſehr ſtark dunkel braungelb gefärbt; jedoch dieſe Farbe verliert ſich allmählig wieder. Es zerſtört die Pflanzenfarben auf ähnliche Weiſe wie das Chlor, wiewohl mit weit geringerer Kraft. Das Waſſer nimmt ungefähr $\frac{1}{7000}$ ſeines Gewichts davon auf und erhält dadurch eine pomeranzengelbe Farbe. Bei + 17° beträgt ſeine Dichtigkeit 4,948, es ſchmilzt bei einer Temperatur von 107° und bei einem Barometerſtande von 76 Centimeter verflüchtigt es ſich bei 175 bis 180°. Gay-Luſſac beſtimmte dieſe letzteren Zahlen, indem er Jod in großer Menge in concentrirte Schwefelſäure, welche wenig Wirkung darauf äußert, brachte und beobachtete bei welcher Temperatur die Dämpfe ſich aus der Säure erhoben. Der Kochpunkt trat in zwei unter etwas verſchiedenen Umſtänden angeſtellten Verſuchen bei 175 und 180° ein.

Da Jod mit Waſſer gemengt, mit demſelben übergeht, ſo hatte man anfangs geglaubt, es beſitze etwa einen gleichen Grad von Flüchtigkeit; allein dieß war ein Irrthum. Bei der Temperatur von 100° vermengt ſich Joddampf mit dem Dampfe des Waſſers und zwar, wenn übrigens die Räume gleich bleiben, in derſelben Menge wie in der Leere; er wird in den Recipienten mit übergeführt und verdichtet ſich darin. Ja man könnte Jod ſelbſt noch bei weit niederigerer Temperatur deſtilliren. Die nämliche Erſcheinung nimmt man bei den ätheriſchen Öhlen wahr, welche für ſich erſt bei 155° ungefähr kochen und die man demungeachtet durch Mengung mit Waſ-

ſer bei 100° deſtillirt. Jod ſcheint die Elektricität nicht zu leiten; ein kleines Bruchſtückchen davon in die galvaniſche Kette gebracht, hemmt ſogleich die Zerſetzung des Waſſers. Die Dichtigkeit des Joddampfs wurde durch Rechnung von Gay-Luſſac auf 8,618 geſetzt; durch direkte Verſuche habe ich 8,716 gefunden.

Jod iſt nicht brennbar und kann geradezu mit Sauerſtoff nicht verbunden werden.

82. Bereitungsart. Jod gewinnt man eben ſowie Chlor und Brom. Es findet ſich im Zuſtande von Jodmetall in vielen an Seeſalz reichen Stoffen. Bis jetzt hat man es nur aus dem Vareck oder Kelp *) ausgezogen, worin es zuerſt entdeckt wurde. Dieſe Art der Darſtellung iſt ſehr leicht, der Kelp wird verbrannt und vollſtändig eingeäſchert. Die Rückſtände nach Abzug der im Waſſer unlöslichen Theile beſtehen aus vielem Kochſalz, aus kohlenſaurem Natron, ſchwefelſaurem Natron und Kali, Chlorkalium, alkaliſchen ſalpeterſauren Salzen und Schwefelalkalien und endlich aus Jodkalium. Dieſe Aſche unter dem Namen von Vareckſoda bekannt, mit Waſſer behandelt, gibt eine Auflöſung, worin alle dieſe Stoffe enthalten ſind; da indeſſen die Jodverbindung nur in geringer Menge vorhanden iſt, ſo muß man ſie ſo viel als möglich von den übrigen Salzen zu befreien ſuchen.

Dieß geſchieht durch wiederholte Kryſtalliſationen. Da die Jodverbindung unter den erwähnten Salzen eines der auflöslichſten iſt, ſo bleibt ſie ganz in der Mutterlauge mit den Schwefelverbindungen und geringen Antheilen der übrigen Salze zurück.

Aus dieſer Mutterlauge wird das Jod gezogen. Man behandelt ſie zu dem Behufe mit überſchüſſiger concentrirter Schwefelſäure in einem Deſtillirapparate. Der Joddampf erſcheint augenblicklich und nachdem die Flüſſigkeit einige Zeit hindurch kochend erhalten wurde, hat ſich alles Jod in dem Halſe der Retorte, in deren Verlängerung oder in der Vorlage in Geſtalt von kryſtalliniſchen Blättchen verdichtet.

*) Vareck oder Kelp ſind See- oder Strand-Pflanzen durch deren Verbrennung die hiernach benannten rohen Sodaſorten gewonnen werden, die unter dieſen Namen in den Handel kommen. E.

Auſſerdem entweicht Schwefelwaſſerſtoff, Chlorwaſſerſtoffſäure, Chlor, ſalpetrichte und ſchweflichte Säure. Die beiden erſten entſtehen aus den Schwefel und Chlorverbindungen, die in der Mutterlauge enthalten ſind. Chlor und ſalpetrichte Säure rühren von einer gegenſeitigen Einwirkung der Salzſäure und Salpeterſäure her, die ſchweflichte Säure wird aus der wechſelſeitigen Zerſetzung der Schwefelſäure und des gebildeten Jodwaſſerſtoffs gebildet, wodurch ſchweflichte Säure, Waſſer und Jod entſteht. Dieſe Reaktion bezeichnet genau den gegenſeitigen Rang von Chlor, Brom und Jod. Nehmen wir, um dieſe Betrachtung zu vereinfachen, an: die Metalle der Chlor- Brom- und Jodverbindungen werden auf Koſten der Schwefelſäure oxydirt, ſo muß ſich Chlor, Brom, Jod und ſchweflichte Säure erzeugen. Allein mit den Chlorverbindungen gibt Schwefelſäure reines Chlorwaſſerſtoffgas, mit den Bromverbindungen ein Gemenge von Brom und Bromwaſſerſtoffgas und endlich mit den Jodverbindungen nur Jod oder doch höchſtens bloß Spuren von Jodwaſſerſtoffgas. Folglich, ſobald das Waſſer durch die Anweſenheit der Schwefelſäure noch minder leicht zerſetzt wird, ſind Jod und ſchweflichte Säure nicht im Stande ſich ſeines Waſſerſtoffs und Sauerſtoffs zu bemächtigen; Brom und ſchweflichte Säure bewirken nur mit Schwierigkeit dieſe Trennung, während dieſelbe durch Chlor und ſchweflichte Säure noch ganz bewerkſtelligt wird. Die Verwandtſchaftsgrade des Chlors, Broms und Jods ſtehen hiermit im Einklange.

Nach beendigter Operation findet man in der Retorte ſchwefelſaures Natron und Kali. In der Verlängerung und der Vorlage befindet ſich das Jod nebſt Waſſer, welches Chlorwaſſerſtoffſäure und Chlorjod aufgelöſt hält. Um das Jod zu reinigen, muß man es zwei- oder dreimal mit etwas kaltem Waſſer waſchen, dann es zwiſchen Fließpapier preſſen, und endlich, um es zu trocknen, daſſelbe über geſchmolzenem Chlorcalcium nochmals ſublimiren.

Wollaſton machte früherhin den Vorſchlag, etwas Braunſtein in die Retorte zu bringen, worin die Ausziehung des Jods vor ſich geht. Dieſer Zuſatz begünſtigt allerdings

die Wirkung, allein er kann zugleich die Entſtehung von Chlor veranlaſſen, welches das Jod in Chlorjod verwandelt; dieſes bleibt im Waſſer aufgelöſt und gibt folglich einen gröſſeren Verluſt. Es iſt demnach gut, dieſen Zuſatz dann erſt zu machen, wenn die Operation ſich ihrem Ende naht, und alle Chlorwaſſerſtoffſäure ſchon verjagt iſt *).

Es würde ſchwer ſeyn, eine beſtimmte Erklärung der Erſcheinungen zu geben, welche während dieſer Einwirkung eintreten. Die in der Mutterlauge vorkommenden Salze ſind zu verſchieden, und zu zahlreich. Gewiß iſt es aber, daß man einen Überſchuß von Schwefelſäure anwenden muß, und das Maaß der letztern läßt ſich für jede Mutterlauge leicht aus einigen im Kleinen angeſtellten Verſuchen ausmitteln.

83. Um aus der Mutterlauge der Vareckſoda Jod im Großen darzuſtellen, bedient man ſich nicht der Retorten und Vorlagen von Glas, wie für die Verſuche im Kleinen angegeben wurde. Sie würden zu koſtſpielig ſeyn, und überdieß iſt ihre Geſtalt wenig geeignet für die Aufſammlung des Jods und der Rückſtände.

Man zieht ein irdnes verglaſtes Gefäß vor, worauf man einen gläſernen Helm mit weitem Halſe ankittet. Das Gemenge wird in das Gefäß gebracht und die Produkte der Deſtillation begeben ſich in eine Vorlage, die aus zwei Schüſſeln von gleichem Durchmeſſer beſteht, von welchen die eine auf die andere geſtürzt iſt. Man könnte ſehr leicht dieſe Ge-

*) Nach einem ganz neuerdings von Soubeiran angegebenen und von Berzelius vervollkommneten Verfahren kann man das Jod ſelbſt noch aus Mutterlaugen abſcheiden, die ſehr wenig davon enthalten. Man löſt 1 Theil kriſtalliſirten Kupfervitriol und 2 1/4 Theil gemeinen Eiſenvitriol in Waſſer auf und tröpfelt davon in die Mutterlauge ſo lange, als noch ein Niederſchlag entſteht. Der aus Kupferjodür beſtehende Niederſchlag wird filtrirt, ausgewaſchen und getrocknet. Er kann nun entweder mit Schwefelſäure und Braunſtein zerſetzt werden oder nach Soubeirans Angabe durch Braunſtein allein, indem man es damit miſcht und in einer Retorte mit Vorlage verſehen, die gewechſelt werden kann, erhitzt; zuerſt geht Waſſer über, und wenn dieſes aufhört, wechſelt man die Vorlage, und erhitzt die Miſchung bis zum Weißglühen: das Kupfer oxydirt ſich auf Koſten des Manganſuperoxyds und das Jod wird frei und ſublimirt. Statt Braunſtein kann man auch Eiſenoxyd nehmen. E.

fäße ſo bereiten, daß ſie ſich bequemer und ſchneller zuſammenfügen laſſen, wenn die Gewinnung des Jods von gröſſerer Wichtigkeit werden ſollte. Das Deſtillationsgefäß wird im Sandbade erhitzt und die Schüſſeln erkältet man, um die Verdichtung zu erleichtern. Um das Jod zu reinigen verfährt man, wie bereits erwähnt.

Das Jod des Handels iſt immer feucht. Da ſein Preis ſehr hoch ſteht, ſo verdient die Menge des zugefügten oder darin gelaſſenen Waſſers eine ſorgfältige Beſtimmung. Hierzu gelangt man leicht durch Deſtillation von 10 Gr. Jod mit 20 Gr. friſchgeglühtem Chlorcalcium. Wofern man den Siedpunkt des Jods nicht ſehr überſchreitet, hält das Chlorcalcium alles Waſſer zurück. Aller Joddampf läßt ſich vermittelſt eines Stroms von trockner Luft verjagen und die Gewichtszunahme des Chlorcalciums gibt die Menge des Waſſers oder jedes anderen nicht flüchtigen, dem Jode beigemengten Stoffs. Wirklich mengt man es mit Schwefelantimon, Kohle, Graphit, Braunſtein u. ſ. w.; jedoch die Gegenwart dieſer Stoffe iſt leicht zu erkennen, denn Alkohol greift ſie nicht an, während Jod darin vollkommen auflöslich iſt.

84. Natürliches Vorkommen. Das Jod wurde bisher nur als Jodverbindung angetroffen und in dieſem Zuſtande begleitet es gewöhnlich das Kochſalz. So findet man Jodkalium, Jodnatrium und Jodmagneſium in dem Meerwaſſer, in dem Vareck, den Schwämmen und in einer großen Menge von Fucusarten, welche im Meere wachſen, und endlich noch in vielen natürlichen Salzquellen, ſowohl in der alten als neuen Welt. Es wurde ferner gefunden von Angelini in den Salzquellen von Voghera und de Sales, von Cantu in vielen Quellen in Piemont die Kochſalz und bisweilen ſchweflichte Säure enthalten, und von Vogel in einer Heilquelle zu Roſenheim in Baiern, deren kräftige Wirkung gegen Kröpfe merkwürdiger Weiſe längſt ſchon bekannt war. Cantu bemerkt, daß alle jene Quellen aus tertiärem Gebirge entſpringen, wahrſcheinlich wohl aber ihren Urſprung unterhalb deſſelben haben dürften. Die jodreichſten Quellen ſind diejenigen, welche Kochſalz und ſchweflichte Säure zugleich enthalten. Bouſſingault beobachtete die Gegen-

wart dieſer Jodverbindungen in den Rückſtänden, welche bei der Kochſalzgewinnung in Amerika erhalten werden. Vauquelin entdeckte das Jod in ältern Gebirgsarten, und zwar als Jodſilber in einer Silberſtufe aus der Gegend von Mexico, welche in Serpentin vorzukommen ſcheint.

85. Benutzung. Die Anwendung des Jods, welche einige Zeit ſich blos auf die Verſuche beſchränkte, welche man in den Laboratorien damit anſtellte, vermehrte ſich plötzlich ſehr bedeutend durch die glänzende Entdeckung von Coindet, einem ſehr ausgezeichneten Arzte in Genf. Indem derſelbe ſich die eigenthümliche Wirkung einiger Subſtanzen, die bei der Heilung des Kropfes angewendet werden, erklären wollte, bemerkte er, daß neuere Analyſen die Gegenwart von Jod in denſelben angezeigt hatten. Es waren dieß Kohlen, welche durch Verkohlung der Meerſchwämme oder einiger Fuscusarten erhalten wurden. Geleitet durch dieſe Thatſache, verſuchte er Jod anzuwenden entweder im natürlichen Zuſtande oder als alkaliſches Jodmetall, oder auch als alkaliſche Jodverbindung, welche zugleich noch Jod aufgelöſt enthielt. Dieſe drei Präparate wirken gleichkräftig bei einer Gabe von ¼ Gran wenigſtens bis 1 Gran höchſtens des Tages. Selbſt die größten Kröpfe wurden durch dieſe Behandlung in einigen Wochen vertrieben, oder doch ihr Umfang ſo vermindert, daß die Unbequemlichkeit, welche ſie früher verurſacht hatten, nun kaum mehr fühlbar war.

Freilich zeigten ſich bisweilen auch bedeutende Nachtheile, als Folge dieſer Curmethode. Die meiſten Drüſen verminderten ihren Umfang zu gleicher Zeit mit der Schilddrüſe ſelbſt. Nervenzufälle, ein allgemeines Abmagern und bisweilen eine bedeutende Unordnung in der Verdauungsthätigkeit zeigte ſich an den Kranken einige Zeit nachdem die Anwendung des Jods aufgehört hatte. Dieſe Zufälle erſchwerten die Anwendung dieſes trefflichen Arzneimittels und verzögert deſſen Einführung. Eine ſorgfältige Prüfung dieſes Mittels zeigte indeß, daß wenn es mit Vorſicht angewendet wurde, es in vielen Fällen in der That trefflich wirkte und beſonders in Kropfkrankheiten ſich als Spezifikum bewährte. Man fand ſpäter, daß wirklich alle Kropfmittel

Jod enthielten. Dergleichen ſind die Schwämme, die Fucusarten, die Quellen von Piemont und die Rückſtände amerikaniſcher Salinen, ſämmtlich Stoffe, welche ſeit einer Reihe von Jahren gerühmt und mit Erfolg gegen dieſe Krankheit angewendet wurden. Da aber in dieſen Subſtanzen das Jod nur in kleiner Menge vorkam, ſo waren die gereichten Gaben kaum hinreichend, um die beſagten Nachtheile zu bewirken, oder wenn ſie ſich wirklich zeigten, ſo ſchrieb man ſie andern Urſachen zu.

Es geht jedoch aus allem hervor, daß das Jod ein koſtbares Arzneimittel iſt, allein ſehr wirkſam, ſo daß man es nur in kleinen Gaben, unter Aufſicht eines erfahrenen Arztes reichen darf.

In ſtarken Gaben iſt das Jod giftig; es zerfrißt und zerſtört die innere Magenhaut und verurſacht ſchnell den Tod. Aber es gibt auch eine Art von Wirkung, vor welcher man ſich gleichfalls zu ſchützen wiſſen muß, nämlich die von der langſamen Wirkung herrührende, welche ſich bei Perſonen äußert, die beſtändig mit dem Jod umgehen, und ſeine Dämpfe einathmen müſſen. Die Jodfabrikanten würden die erwähnten Wirkungen ſämmtlich verſpüren, wenn ſie ſich nicht aufs Sorgfältigſte gegen den Einfluß dieſes Stoffes verwahrten. Man muß dieſem Körper nie trauen, weil in kleinen Doſen ſeine Wirkung unmerklich iſt, und ſich nur dann erſt zu erkennen gibt, wenn die ganze Leibesbeſchaffenheit verdorben iſt. Es hat in dieſer Beziehung einige Ähnlichkeit mit dem Queckſilber.

86. Da die Behandlung eines Kropfes ſelten mehr als 15 oder 20 Gran Jod erfordert, ſo iſt leicht begreiflich, daß der Verbrauch dieſes Stoffes nicht ſehr beträchtlich ſeyn kann. Nichts deſto weniger findet jedoch die ganze Menge Jod, welche unſere Vareck-Sodafabrikanten liefern, Käufer. Neuerdings haben nämlich die Engländer ein Verfahren erfunden, das prächtig rothe Jodqueckſilber auf Zeuge zu befeſtigen. Dieſe Entdeckung verſpricht den Jodfabrikanten einen bedeutenden Abſatz und muß aufmuntern, Mittel aufzuſuchen, ſich dieſen Körper billiger zu verſchaffen.

Jodwaſſerſtoffſäure.

(Synonyme. Hydriodſäure. Lat. acidum hydriodicum. Franz. Acide hydriodique.)

87. Eigenſchaften. Sie iſt ein farbloſes Gas; ihr Geruch iſt dem der Chlorwaſſerſtoffſäure ähnlich und der Geſchmack ſehr ſauer. Als Gas enthält ſie die Hälfte ihres Volumens Waſſerſtoffgas und ſättigt ein Volumen Ammoniakgas gleich dem ihrigen.

Chlor und Brom entziehen ihr ſogleich den Waſſerſtoff; es wird ein ſchöner veilchenblauer Dampf ſichtbar und Chlorwaſſerſtoff- oder Bromwaſſerſtoffgas bildet ſich. Die Dichtigkeit des Gaſes nach Gay-Luſſac beträgt 4,443.

Die Jodwaſſerſtoffſäure wird durch viele Metalle zerſezt, ſelbſt das Queckſilber bei gewöhnlicher Temperatur wirkt auf dieſe Weiſe. Das Jodwaſſerſtoffgas zerſetzt ſich zum Theil in der Rothglühhitze; iſt es mit Sauerſtoff gemengt, ſo iſt die Zerſetzung vollſtändig, indem ſich Waſſer bildet und das Jod wieder erſcheint.

Gay-Luſſac fand andererſeits, daß, wenn man Waſſer und Jod in Dampfgeſtalt durch eine Porzellanröhe in der Rothglühhitze ſtreichen ließ, keine Zerſetzung ſtatt fand. Dies begründet einen weſentlichen Unterſchied zwiſchen Jod und Chlor, denn dieſes Letztere entzieht den Waſſerſtoff dem Sauerſtoff; dagegen ſteht das Jod dadurch dem Schwefel näher, weil der Sauerſtoff beiden den Waſſerſtoff entzieht, wenn ſie mit demſelben verbunden ſind.

Das Jodwaſſerſtoffgas iſt im Waſſer ſehr löslich, ertheilt demſelben ein bedeutendes eigenthümliches Gewicht und macht es rauchend, wenn es in hinreichender Menge in demſelben aufgelöſt iſt. Weiter unten werden wir ſehen, wie die gasförmige Jodwaſſerſtoffſäure bereitet wird; bequemer iſt es, ſich wäſſrige Säure zu bereiten, indem man Jodphosphor in Waſſer auflöſt und dadurch einen Strom Schwefelwaſſerſtoffgas jagt, welches ſeinen Waſſerſtoff leicht an das Jod abgiebt, indem ſich Schwefel ausſcheidet. Man erhitzt nachher die Flüſſigkeit, um den Überſchuß von Schwefelwaſſerſtoff fortzuſchaffen, filtrirt dann und nachdem man den

Schwefel ſich abſetzen ließ, erhält man die Jodwaſſerſtoffſäure ſehr rein und farblos. Die auf dieſe Weiſe bereitete Säure iſt nicht ſehr concentrirt, es ſey denn, daß indem die mittelſt Phosphor bereitete deſtillirt wird, man die letzten Antheile nicht mit den erſten miſcht, welche beinahe nur reines Waſſer ſind. Dieſe Säure hat mit der Schwefelſäure die Eigenſchaft gemein, ſich durch Wärme concentriren zu laſſen, indem ſie Waſſer abgiebt. So lange die Temperatur noch unter 125° ſteht, ſo kann man die übergehende Flüſſigkeit wegſchütten, weil ſie nur ſchwach ſauer iſt; über dieſen Wärmegrad fängt die Säure an überzudeſtilliren und die Temperatur bleibt beſtändig auf 128°. Das eigenthümliche Gewicht der Säure iſt dann 1,07, was nicht merklich variirt. Die Eigenſchaft der Säure erſt bei 128° zu kochen, macht ſie zu einer ſtarken Säure und verhindert, daß ſie aus ihren Verbindungen durch flüchtige Säuren ausgetrieben wird.

Die Jodwaſſerſtoffſäure färbt ſich ſtets mehr oder weniger bei der Deſtillation; ſie färbt ſich ſelbſt in gewöhnlicher Temperatur, vorausgeſetzt, daß ſie mit der Luft in Berührung iſt; der Sauerſtoff wird verſchluckt, es bildet ſich Waſſer und das Jod, anſtatt ſich zu präcipitiren, löſt ſich in der Säure auf und färbt ſie um ſo ſtärker rothbraun, als es in größerer Menge vorhanden iſt.

88. Zuſammenſetzung. Die Joddwaſſerſtoffſäure beſteht aus 1 Maas Waſſerſtoff und 1 Maas Joddampf ohne Verdichtung. Es läßt ſich dies beweiſen, indem man die Dichtigkeiten dieſer Körper mit einander vergleicht. Man hat nämlich:

8,716 durch Verſuche gefundene Dichtigkeit des Joddampfes
0,0687 Dichtigkeit des Waſſerſtoffgaſes
―――
8,7847

$\frac{8{,}7847}{2} = 4{,}3923$ Dichtigkeit des Jodwaſſerſtoffgaſes.

Gay-Luſſac fand 4,443, und die auf das Atomgewicht des Jods ſich gründende Berechnung würde 4,340 geben. Dieſe letzte Zahl verdient das meiſte Zutrauen und die übrigen dienen uns, ſie zu beſtätigen.

Das Jodwaſſerſtoffgas kann leicht durch Chlor- und Brom-Metalle zerlegt werden, und man kann ſich auf dieſe Weiſe äußerſt leicht überzeugen, daß es die Hälfte ſeines Volumens Waſſerſtoffgas enthält. Es beſteht alſo dem Gewichte nach aus

1 At. Jod	783,35	oder	99,22
1 At. Waſſerſtoff	6,248		0,78
2 At. Jodwaſſerſtoffſäure	789,598		100,00

Es iſt dieß diejenige genau beſtimmte binäre Verbindung, in welcher man den größten Unterſchied zwiſchen dem abſoluten Gewichte der beiden Beſtandtheile bemerkt.

89. Bereitung. Man erhält das Jodwaſſerſtoffgas durch die Wechſelwirkung des Waſſers, Jods und Phosphors. Es bildet ſich phosphorichte Säure oder Phosphorſäure, welche aufgelöſt bleiben und Jodwaſſerſtoffgas, welches ſich entbindet. Man muß 8 Theile Jod auf 1 Theil Phosphor anwenden; der Verſuch iſt leicht anzuſtellen: man nimmt eine an dem einen Ende zugeſchmolzene Glasröhre, von ungefähr 6 Zoll Länge und einem Zoll im Durchmeſſer. Zuerſt bringt man in dieſe Röhre Jod, dann eine Schicht feuchtes gröblich zerſtoßenes Glas, hierauf einige Stückchen Phosphor und bedeckt dieſe zuletzt wieder mit feuchtem Glas. Man bringt nun aufs neue Jod, feuchtes Glas, Phosphor und wiederum feuchtes Glas hinein und ſo fort bis die Röhre faſt ganz damit angefüllt iſt. Man paßt hierauf in die Öffnung derſelben einen Korkſtöpſel mit einer gekrümmten Röhre ein, welche man bis auf den Boden eines Glaszylinders oder einer Glasflaſche hinabgehen läßt, in welchen trockne Luft enthalten iſt. Die Röhre wird nun gelinde erwärmt und in dem Maaße, als ſich das Jod in Dampf verwandelt, und dieſes mit dem Phosphor und Waſſer in Berührung kommt, findet nun die Zerſetzung ſtatt, und das Gas entbindet ſich. Sobald es in die Flaſche oder den Zylinder tritt, vertreibt es die Luft, und da das Jodwaſſerſtoffgas ſchwerer als dieſe iſt, ſo wird bald das Gefäß ganz mit reinem Gas angefüllt. Dieſe Methode iſt auf alle Gaſe anwendbar, welche wie das Jodwaſſerſtoffgas ſich im Waſſer auflöſen und das Queckſilber angreifen.

Hierher gehört z. B. auch das Chlor, welches man auf dieſelbe Weiſe bereiten muß, wenn man es rein haben will.

Jodſäure.

(Synonyme. Oxiodſäure. Lat. Acidum iodicum. Franz. Acide iodique.)

90. Dieſe Säure beſitzt viele Eigenſchaften, welche ſie der Chlorſäure und Bromſäure nahe ſtellen. Sie iſt auf dieſelbe Weiſe zuſammengeſetzt, nämlich aus

2 At. Jod	1566,70	oder	75,81
5 At. Sauerſtoff	500,00		24,19
1 At. Jodſäure	2066,70		100,00

Sie wurde von Gay-Luſſac auf ähnliche Weiſe wie die Chlorſäure zerlegt, indem das jodſaure Kali ſich in der Hitze in Jodkalium und Sauerſtoff verwandelt; dies erlaubt das Verhältniß ſeiner Beſtandtheile und mithin auch der Säure, welche es enthält, ſehr genau zu beſtimmen.

Die meiſten jodſauren Salze beſitzen gleich den chlorſauren Salzen die Eigenſchaft mit brennbaren Stoffen verpuffende Gemenge zu bilden; ihre Detonation iſt jedoch ſchwächer.

91. **Bereitung.** Man erhält dieſe Säure leicht, wenn man Chloroxyd, welches mittelſt Chlorcalcium getrocknet worden, in eine Glaskugel gehen läßt, die trocknes Jod enthält. Die Einwirkung findet bei gewöhnlicher Temperatur ſtatt und es bildet ſich zu gleicher Zeit Chlorjod und Jodſäure. Da das Erſtere ſehr flüchtig und die zweite dagegen fix iſt, ſo können beide leicht durch gelindes Erhitzen von einander getrennt werden. Das Chlorjod verflüchtigt ſich und die Jodſäure bleibt in Form eines weißen Pulvers zurück. Davy, dem wir dieſes Verfahren verdanken, giebt folgende Miſchungsverhältniſſe als die beſten an: 1 Theil Jod, 2½ Theil chlorſaures Kali und 10 Theil Chlorwaſſerſtoffſäure zu 1,10 ſpec. Gewicht. Chloroxyd iſt hier im Überſchuß vorhanden, was auch durchaus nöthig iſt. Man erinnere ſich beim Anſtellen dieſes Verſuchs, daß das Chloroxyd ſehr detonirend iſt. (65.)

Die Jodſäure kann ferner auch dargeſtellt werden, wenn man jodſauren Baryt mit verdünnter Schwefelſäure in ſolchem Verhältniß mengt, daß noch ein Überſchuß von jodſaurem Baryt bleibt. Es bildet ſich auf dieſe Weiſe ſchwefelſaurer Baryt und Jodſäure, welche aufgelöſt bleibt. Da die Jodſäure bei dieſem Verfahren ſtets etwas Schwefelſäure zurück hält, ſo erhält man hierdurch nur ein unreines Produkt.

92. Eigenſchaften. Dieſe Säure iſt ſehr ſauer, röthet anfangs das Lakmus, zerſtört aber nachher ſeine Farbe. Bei einer Temperatur von 300 oder 320° c. ſchmilzt ſie und zerſetzt ſich in Jod und Sauerſtoff. Der Luft ausgeſetzt, zieht ſie die Feuchtigkeit an, und wird in eine Flüſſigkeit verwandelt, aus welcher man ſie aufs Neue durch Abdampfen wieder ausſcheiden kann. Sie greift die meiſten Metalle an, ſelbſt Gold und Platin. Durch ſchweflichte Säure, Schwefelwaſſerſtoff und Jodwaſſerſtoffſäure wird ſie zerſetzt, während ſie ſich im Gegentheil innig mit der Schwefelſäure, Salpeterſäure und Phosphorſäure verbindet. Dieſe Verbindungen ſind kryſtalliſirbar und bieten hinſichtlich ihrer übrigen Eigenſchaften kein beſonderes Intereſſe dar.

93. Man bereitet ſich die jodſauren Salze nicht durch unmittelbare Verbindung der Jodſäure mit den Baſen, ſondern erhält ſie ſehr leicht, indem man Jod mit ihnen zuſammenbringt, ganz ähnlich wie wir bei Bereitung der Chlorſäure (59) geſehen.

Es wird in dieſem Falle ein Jodmetall und ein jodſaures Salz erzeugt, indem ein Theil der Baſis oder des Metalloxyds in Sauerſtoff und Metall zerſetzt wird; beide verbinden ſich mit Jod, und bilden einerſeits Jodſäure und andererſeits Jodmetall, indem erſtere dann ſich mit dem noch vorhandenen Antheil unzerſetzter Baſis zu einem jodſauren Salze verbindet.

Die jodſauren Salze können ferner dargeſtellt werden, wenn man, wie bereits erwähnt, Chlorjod unmittelbar mit Baſen, nachdem ſolche im Waſſer aufgelöſt worden, zuſammenbringt.

Noch kennt man kein Jodoxyd. Vor einiger Zeit hat Sementini eine Säure beſchrieben, die er jodichte Säure nannte, allein es ſcheint, daß der von ihm dargeſtellte Körper nichts anderes als Chlorjod iſt.

Verbindungen mit Chlor und Jod.

94. Man kennt bis jetzt zwei Verbindungen von Chlor mit Jod. Die reichſte an Chlor entſpricht der Jodſäure, die Zuſammenſetzung der andern iſt noch nicht genau genug beſtimmt, um ihre Miſchungsverhältniſſe näher bezeichnen zu können. Beide Verbindungen bilden ſich leicht, wenn man eine Flaſche mit trocknem Chlor füllt und hierauf nach und nach Jod ebenfalls trocken hinein wirft. Die Vereinigung findet ſogleich unter Wärmeentbindung ſtatt. Anfangs bildet ſich eine niedrigere Verbindung von Chlor mit Jod oder oder Jodchlorür, welches rothbraun iſt; wendet man aber einen Überſchuß von Chlor an, ſo darf man nur die Flaſche verſchließen und ſie ruhig ſich ſelbſt überlaſſen um, die das Chlor in größerer Menge enthaltende Verbindung oder das Jodchlorid zu erhalten. Das Chlor verbindet ſich nach und nach mit dem Jodchlorür und verwandelt es in Jodchlorid. Letzteres iſt feſt, kryſtalliniſch und gelblichweiß von Farbe. Beide Verbindungen ſind ſehr flüchtig. Ihre Dämpfe ſind röthlich gefärbt und äußerſt ſcharf. Athmet man davon ein, ſelbſt in ſehr geringer Quantität, ſo verſpürt man einen heftigen Reitz in der Kehle, der ſehr gefahrbringend werden kann, wenn man längere Zeit dem Einfluſſe dieſer Dämpfe ausgeſetzt bliebe.

Das Jodchlorid beſteht aus

1 At. Jod	783,35	oder	41,45
5 At. Chlor	1106,60		58,55
1 At. Jodchlorid	1889,95		100,00

Das Jodchlorür enthält wahrſcheinlich 3 Atome Chlor auf 1 Atom Jod.

95. Man kann dieſe Verbindungen auch erzeugen, indem man Chlornatrium und Jodkalium in angemeſſenen Verhältniſſen mengt und mit Manganſuperoxyd und Schwefel-

ſäure, die vorher mit gleichviel Waſſer verdünnt worden, behandelt. Es bildet ſich hierbei anfangs Chlorwaſſerſtoff- und Jodwaſſerſtoffſäure, welche durch den aus dem Manganſuperoxyd frei werdenden Sauerſtoff (46) wiederum in Chlor und Jod reducirt werden, und ſich nunmehr miteinander verbinden können.

Das beſte Verfahren um das Jodchlorid rein darzuſtellen, beſteht darin, daß man Jod und gasförmiges Chlor zuſammenbringt und zuerſt Jodchlorür erzeugt. Dieſe Verbindung wird dann im Waſſer aufgelöſt und man läßt einen Strom Chlor durchgehen, bis die Flüſſigkeit ganz entfärbt iſt und ſelbſt noch einen Überſchuß von dieſem Gas enthält.

Die Auflöſung iſt reines Jodchlorid, nachdem man ſie noch einige Tage der atmosphäriſchen Luft ausgeſetzt hat, um den Chlorüberſchuß fortzuſchaffen.

Beide Chlorverbindungen unterſcheiden ſich dadurch von einander, daß, wenn ſie durch Kali oder andere alkaliſche Baſen behandelt werden, ſich das Jodchlorid in jodſaures Kali und Chlorkalium verwandelt, dagegen das Jodchlorür auſſer dieſen beiden Salzen noch freies Jod zugleich bildet. Jod wird nur in dem Maaße frei, als man allmählig alkaliſche Baſis zufügt, denn es reagirt ſogleich auf das Kali, indem Jodkalium und jodſaures Kali entſteht.

Dieſe beiden Chlorverbindungen entfärben das Lakmus und löſen ſich im Waſſer auf. Die Auflöſung des Jodchlorids iſt farblos, die des Jodchlorürs braunroth. Der Schwefeläther mit dieſen Auflöſungen zuſammen geſchüttelt, nimmt die Chlorverbindungen auf; dagegen werden dieſe dem Äther wieder durch eine wäſſerige Kaliauflöſung entzogen. Das Jodchlorür zeigte bei dieſen Einwirkungen in der That alle Erſcheinungen, welche ſich bei der Bereitung des Broms darbieten. Es iſt jedoch leicht, beide Körper von einander zu unterſcheiden, denn das Jodchlorür iſt auflöslicher im Waſſer und minder flüchtig als das Brom; auch ſetzt es bei gemäßigter Einwirkung des Kalis Jod ab.

Das Jodchlorid iſt wenig beſtändig; wird ſeine Auflöſung concentrirt, ſo geht ein Theil Chlor fort und Jodchlorür bildet ſich.

Jodchlorid mit Kali, Natrum, Baryt und Strontian behandelt, verwandelt ſich, wie bereits erwähnt, in jodſaure Salze und Chlormetalle. Da dieſe jodſauren Salze gewöhnlich weniger löslich als die Chlorverbindungen ſind, ſo präcipitiren ſie ſich faſt gänzlich und können leicht rein erhalten werden, indem man ſie wiederholt mit ſchwachem Alkohol abwäſcht.

Folgendes iſt der allgemeine Ausdruck dieſer Wechſelwirkung, welcher bei der Bereitung der jodſauren Salze zum Grunde gelegt werden kann.

Angewendete Atome.	Hervorgebrachte Atome.
2 Jod	2 Jod und 5 Sauerſtoff = Jodſäure.
10 Chlor	1 Metall und 1 Sauerſtoff = Baſis des jodſauren Salzes.
6 Metall	
6 Sauerſtoff	5 Metall und 10 Chlor = Chlormetall.

Bromjod.

96. Das Jod ſcheint mit dem Brom zwei Verbindungen eingehen zu können. Läßt man beide Körper in gewiſſen Verhältniſſen auf einander wirken, ſo erhält man eine feſte Verbindung, welche durch Erhitzen in röthlich braune Dämpfe verwandelt werden kann, die ſich beim Erkalten in kleine farrenkrautförmige Kryſtalle von gleicher Farbe verdichten. Fügt man denſelben mehr Brom hinzu, ſo bildet ſich eine flüſſige Verbindung, welche das Anſehen einer ſehr jodhaltigen Jodwaſſerſtoffſäure beſitzt.

Das flüſſige Bromjod iſt mit Waſſer miſchbar, dem es die Eigenſchaft mittheilt, das Lakmus zu entfärben, ohne es zuerſt zu röthen.

Bringt man Alkalien mit dieſer Auflöſung zuſammen, ſo bilden ſich Brommetalle und jodſaure Salze, wie ſich der Analogie nach leicht vorher ſehen läßt.

Capitel VI.

Fluor. — Fluorwaſſerſtoffſäure.

Fluor.

(Synonyme. Fluorine. Phtor.)

96. Alle Chemiker nehmen jetzt einſtimmig die Exiſtenz eines einfachen Körpers an, welchem ſie den Namen Fluor ertheilen. Dieſer Grundſtoff deſſen Natur zuerſt von Ampère feſtgeſtellt worden, der zugleich die Ähnlichkeiten deſſelben nachgewieſen, beſitzt alle chemiſchen Eigenſchaften, welche das Chlor, Jod und Brom charateriſiren. Er hätte ſogar dieſen Körpern voranſtehen ſollen, da er ohne Zweifel noch entſchiedenere elektropoſitive Eigenſchaften beſitzt als ſie. Allein es wäre ſchwierig das Wenige, was wir von den Verbindungen des Fluors wiſſen, zu verſtehen, wenn wir nicht bereits durch das Studium derjenigen Körper, welche beſſer bekannt ſind, darauf vorbereitet hätten.

Das Fluor iſt noch nicht für ſich dargeſtellt worden, oder wenigſtens wurde es nur ſo ſchnell vorübergehend iſolirt erhalten, daß man nicht Zeit hatte ſeine Eigenſchaften genau zu beſtimmen. Man kann jedoch nicht zweifeln, daß es vorzüglich dem Chlor ſehr ähnlich iſt. Die Fluorwaſſerſtoffſäure beſitzt Eigenſchaften, vermöge deren ſie durchaus zu den bekannten Waſſerſtoffſäuren geſtellt werden muß. Noch auffallender wird die Ähnlichkeit zwiſchen Fluor und Chlor, wenn man die Fluorverbindungen mit den Chlor- oder Jodverbindungen vergleicht, worauf wir ſpäter aufmerkſam zu machen häufig Gelegenheit haben werden.

Man hat bisher das Fluor nicht allein nicht getrennt darſtellen können, ſondern man war auch nicht im Stande es bis jetzt weder mit Sauerſtoff, noch mit Chlor, Jod oder

mit Brom zu verbinden. Wir haben uns demnach hier nur mit der Florwaſſerſtoffſäure zu beſchäftigen, einer Verbindung von der man annimmt, daß ſie nichts anderes als Fluor und Waſſerſtoff enthalte.

Fluorwaſſerſtoffſäure.

(Synonyme. Flußſäure, Flußſpathſäure. Franz. Acide hydrofluorique. Acide fluorique.)

98. Bereitung. Man findet ſehr häufig in der Natur ein Mineral, welchem die ältern Mineralogen den Namen Flußſpath beilegten. Dieſer Körper iſt unſerer Anſicht gemäß aus Fluor und Calcium zuſammen geſetzt und wäre ſonach Fluorcalcium. Vergleicht man dieſe Verbindung mit den Chlormetallen, ſo iſt leicht einzuſehen, welche Behandlung nöthig ſeyn wird, um die Flußſäure daraus zu bereiten. Durch concentrirte Schwefelſäure kann dies bewerkſtelligt werden. Da dieſe Säure Waſſer enthält, ſo wird dieſes zerſetzt, der Sauerſtoff tritt mit dem Calcium zuſammen und bildet Kalk, während der freie Waſſerſtoff ſich mit dem Fluor zu Fluorwaſſerſtoffſäure verbindet. Da man die Menge des Calciums kennt, welches im Fluorcalcium exiſtirt, und annimmt, daß das Übrige Fluor ſey, ſo läßt ſich hieraus eine Berechnung in Atomen anſtellen, welche allen Bedingungen genügt, und zugleich auf alle Fälle, in welchen das Fluor eine Rolle ſpielt, angewendet werden kann.

Angewendete Atome.

1 Fluorcalcium	489,83
1 waſſerfreie Schwefelſäure	501,16
2 Waſſer	112,48

Erzeugte Atome.

1 ſchwefelſaurer Kalk . .	857,19
4 Fluorwaſſerſtoffſäure . .	246,28.

Man ſieht, daß dies die nämliche Formel wie für die Chlorwaſſerſtoffſäure iſt. (55.)

Wir verdanken Scheele die Entdeckung dieſer Säure, allein er ſtellte ſie noch nicht rein und concentrirt dar. Gay-Luſſac und Thénard haben ſolche zuerſt in dieſem Zu-

ſtande erhalten und ihre ſonderbaren Eigenſchaften beſchrieben. Das Nachfolgende iſt ein Auszug aus ihrer darüber gelieferten Abhandlung.

Eine der merkwürdigſten Eigenſchaften der Fluorwaſſerſtoffſäure iſt die kräftige und ſchnelle Wirkung, welche ſie auf das Glas oder vielmehr auf die Kieſelſäure des Glaſes ausübt. Man kann deshalb die Flußſäure weder in gläſernen noch in irdenen Gefäßen bereiten. Nur metallne Gefäße können allein dazu angewendet werden, und ſelbſt unter dieſen muß man noch eine Auswahl treffen, indem die Flußſäure viele angreift. Blei und Platin ſind die einzigen, welche tauglich ſind, entweder aus dem angeführten Grunde, oder weil die concentrirte Schwefelſäure ſelbſt mehrere Metalle angreift, welche mithin ausgeſchloſſen werden müſſen. Die Gefäße von Blei oder Platin beſtehen aus einer Retorte, welche aus zwei aufeinander gepaßten Theilen zuſammengeſetzt ſind; der eine bildet den Bauch und enthält das Gemenge, der andere iſt das obere Stück oder der Hals der Retorte und dient, die Dämpfe in die Vorlage zu leiten. Dieſe hat die Form einer gekrümmten in der Mitte bauchigen Röhre, welche in den Retortenhals genau eingerieben iſt, und am andern Ende eine kleine Öffnung hat, die beſtimmt iſt, der Luft oder den nicht verdichteten Dämpfen einen Ausgang zu geſtatten. Die Vorlage wird während der Operation mit Eis abgekühlt; geht letztere langſam von Statten, ſo findet man alle Flußſäure verdichtet in dieſer Röhre.

Um die Säure in namhafter Menge zu erhalten, muß man wenigſtens mit 100 Grammen Fluorcalcium operiren, welche 350 Gr. Schwefelſäure erfordern, theils zur vollſtändigen Zerſetzung, theils um zu verhindern, daß das Waſſer des einen Theils der Schwefelſäure nicht von der Flußſäure in Beſchlag genommen werde, welche ſehr begierig daſſelbe anzieht. Das Fluorcalcium muß rein von Kieſelerde ſeyn, ſonſt würde man Fluorkieſel erhalten; ferner muß es wohl pulverſirt werden, damit es nicht theilweiſe unangegriffen bleibe.

Man bringt das Fluorcalcium in die Retorte, gießt Schwefelſäure darauf und rührt wohl mit einer Silber- oder

Platinſpatel um; hierauf fügt man den Apparat zuſammen und verkittet aufs ſorgfältigſte die Fugen; am Bauche mit erdigem Kitt und einem darüber geleimten Papierſtreifen und an der Vorlage mit fettem Kitt, den man mit einem Blaſenſtreifen befeſtigt. Man erwärmt nun gelinde, indem man darauf achtet, daß die Temperatur den Schmelzpunkt des Bleies nicht erreicht, wenn die Retorte von dieſem Metall gemacht iſt. Nähert man das Ohr dem Apparate, ſo hört man das Kochen der Flußſäure, die ſich entbindet; hört dies Geräuſch auf, ſo iſt dies ein Zeichen, daß die Operation beinahe beendigt iſt. Sollte während der Deſtillation der Kitt berſten, ſo muß man die Ritzen mit weichem Kitt verwahren, welchen man, ſich ferne haltend, mit einer Spatel andrückt. Wenn die Retorte ſchmelzen ſollte, ſo muß man viel Waſſer auf den Apparat gießen, um zu verhindern, daß die ſauern Dämpfe ſich verbreiten; müßte man aber befürchten, daß dieſelben ſchon in ſo großer Menge vorhanden wären, um nachtheilig zu wirken, ſo iſt es am beſten ſchnell das Laboratorium zu verlaſſen.

Iſt die Operation beendigt, ſo muß man den Apparat aufs ſorgfältigſte auseinander nehmen, indem man die Hände mit ſehr dicken mit Talg eingeriebenen Handſchuhen verſehen hat, ſo daß, wenn ein Tropfen Säure auf die Hand fiele, auch ſelbſt der Handſchuh nicht angegriffen werden könnte. Wollte man dieſe Vorſicht nicht anwenden, ſo würde ſogar das Handſchuhleder ſo ſchnell zerfreſſen werden, daß die Hand angegriffen und ſtark verbrannt werden würde.

Die Fluorwaſſerſtoffſäure läßt ſich am beſten in ſilbernen Gefäßen aufbewahren, die man durch einen ſorgfältig eingeriebenen Silberſtöpſel verſchließt. Man kann ſie mittelſt eines Bleitrichters hinein gießen. Die Bleigefäße eignen ſich nicht gut zum Aufbewahren, weil die Stöpſel ſchlecht ſchließen; es würde deshalb ſehr gut gehen, die Säure in einem Bleigefäß aufzubewahren, welches mit einem ſilbernen Stöpſel verſchloſſen werden kann.

In der Retorte bleibt nach beendigter Operation der Schwefelſäureüberſchuß nebſt dem ſchwefelſauren Kalk zurück.

99. Eigenſchaften. Die Fluorwaſſerſtoffſäure iſt eine farbloſe ſehr ſaure Flüſſigkeit von ſtechendem durchdringenden Geruch und unerträglichem Geſchmack. Unter allen bekannten Körpern iſt ſie der zerſtörendſte. Ein einziger Tropfen dieſer Säure auf die Haut gebracht, ruft ſogleich ſehr lebhafte Entzündung hervor, ein heftiger Schmerz wird fühlbar und Puſteln von beſonderer Art kommen zum Vorſchein und füllen ſich mit dickem Eiter. Alle dieſe Erſcheinungen werden von Fieber und mehr oder minder heftigem Schmerz in der Nähe der verwundeten Stelle begleitet. Die Wirkung dieſer Säure iſt ſo ſtark, daß ſchon ſehr kleine und kaum ſichtbare Quantitäten hinreichen, um alle dieſe Erſcheinungen, obgleich minder ſchnell, hervorzubringen. Schon der Dampf, wenn er in der Luft ſehr verdünnt vorhanden iſt, kann Schmerz unter den Nägeln und an den Fingerſpitzen erregen und eine mehr oder minder ſtarke Entzündung der Augen erzeugen. Man muß deshalb dieſen Körper mit der äußerſten Vorſicht bereiten und behandeln.

Die Dichtigkeit der Fluorwaſſerſtoffſäure iſt 1,06. Sie gefriert nicht, ſelbſt bei 40° unter Null; bei 30° über Null geräth ſie ins Kochen. Ihre Dämpfe verdichten ſich bei einer niedrigern Temperatur wieder und es bildet ſich die urſprüngliche Flüſſigkeit, begabt mit allen bereits erwähnten Eigenſchaften. Mit der Luft in Berührung gebracht, verdampft ſie und erzeugt dicke weiße Nebel, welche von ihrer Verbindung mit der Feuchtigkeit der Luft herrühren. Auf die nichtmetalliſchen Körper wirkt ſie nicht ein. Von den Metallen zerſetzen das Kalium, Natrium, Zink, Eiſen und Mangan die Fluorwaſſerſtoffſäure, indem ſich Fluormetalle bilden und eine mehr oder weniger raſche Entbindung von Waſſerſtoff ſtatt findet.

Mit Waſſer in Berührung gebracht, bemächtigt ſich dieſe Säure mit ſolcher Heftigkeit deſſelben, daß ein Geräuſch hörbar wird, ähnlich dem, wenn man rothglühendes Eiſen in dieſe Flüſſigkeit taucht. Verdünnt man ſie mit einer angemeſſenen Menge Waſſer, ſo zeigen ſich dieſe Eigenſchaften im ſchwächern Grade; ſie hört dann auf zu rauchen, verliert ihre Flüchtigkeit und wirkt nicht mehr ſo heftig auf die Haut;

dagegen iſt ihre Wirkung auf die Metalle dieſelbe, ſo wie jene, welche ſie auf die Kieſelerde und andere Körper ausübt; doch findet dieſe Einwirkung minder ſchnell ſtatt.

Aus dem oben Geſagten ergiebt ſich, daß man die concentrirte Flußſäure nur nach und nach in kleinen Gaben mit Waſſer mengen darf, um nicht Gefahr zu laufen, daß die Flüſſigkeit mit Gewalt empor geworfen werde. Das beſte Mittel, um ſich ſchwache Säure zu verſchaffen, iſt, wenn man etwas Waſſer in die Vorlage giebt, in welche ſich die Dämpfe während der Bereitung begeben. Die Miſchung findet auf dieſe Weiſe allmählig ſtatt, ſo daß die angedeutete Gefahr gänzlich vermieden wird.

100. Zuſammenſetzung. Noch iſt dieſe unbekannt. Man hat jedoch Grund zu vermuthen, daß dieſer Körper aus einem Maaß Fluor und einem Maaß Waſſerſtoff beſtehe, ähnlich der Chlorwaſſerſtoff-, Bromwaſſerſtoff- und Jodwaſſerſtoff-Säure. Die Gründe, worauf ſich dieſe Annahme ſtützt, ſind folgende:

Noch hat man auf keine Weiſe die Anweſenheit des Sauerſtoffs in der Fluorwaſſerſtoffſäure nachweiſen können; dagegen läßt ſich das Vorhandenſeyn des Waſſerſtoffs mit der größten Leichtigkeit erweiſen durch die Wirkung der Metalle. Wirkt dieſe Säure auf mehrere oxygenirte Körper, wie z. B. auf Kieſelſäure, Boraxſäure, Chromſäure, Manganſäure, arſenichte Säure, ſo verbindet ſie ſich entweder unmittelbar mit denſelben, oder es bildet ſich Waſſer und Fluorverbindungen mit den Grundlagen dieſer Säuren. Dieſe Verbindungen haben eine ſolche Ähnlichkeit ſowohl hinſichtlich ihrer chemiſchen, als phyſiſchen Eigenſchaften mit den ihnen entſprechenden Chlorverbindungen, daß man nicht an der Richtigkeit jener Annahme zweifeln kann.

Die Fluormetalle die man im kryſtalliſirten Zuſtande kennt, ſind ſämmtlich iſomorph mit den ihnen entſprechenden Chlor- Brom- und Jodverbindungen. Dieſe wichtige Beobachtung verdanken wir Berzelius.

Davy machte bemerklich, daß die Waſſerſtoffſäuren, wenn ſie ſich mit Ammoniak vereinigen, ſtets waſſerfreie Verbindungen geben. Die Sauerſtoffſäuren dagegen bilden mit

derſelben Baſis Salze, welche ſtets mehr oder weniger Waſſer enthalten. Nun kann man aber in der That auf keine Weiſe die Anweſenheit von Waſſer im fluorwaſſerſtoffſauren Ammoniak nachweiſen.

Nach demſelben Beobachter erhält man durch Behandlung des flußſauren Ammoniaks mit Kalium ein feſtes Produkt, welches Fluorkalium iſt und ein gasförmiges Erzeugniß, beſtehend aus 1 Maaß Waſſerſtoff und 2 Maaß Ammoniak. Durch die Einwirkung des Kaliums auf chlorwaſſerſtoffſaures Ammoniak würde man offenbar dieſelben Produkte erhalten, denn letzteres Salz enthält:

½ Maaß Waſſerſtoff ½ Maaß Chlor	1 Maaß Chlorwaſſerſtoffſäure.
½ Maaß Stickſtoff 1½ Maaß Waſſerſtoff	1 Maaß Ammoniak.

Indem das Kalium ſich des Chlors bemächtigt, wird ½ Maaß Waſſerſtoff und 1 Maaß Ammoniak oder auch 1 Maaß Waſſerſtoff und 2 Maaß Ammoniak frei.

Dieſer merkwürdige Verſuch berechtigt zu der bereits erwähnten Annahme und erlaubt die Zuſammenſetzung der Fluorwaſſerſtoffſäure folgendermaſſen feſtzuſtellen.

1 At. Fluor	116,90	oder	94,93
1 At. Waſſerſtoff	6,24		5,07
2 At. Fluorwaſſerſtoffſäure	123,14		100,00

101. Anwendung. Da die Flußſäure nur zum Glasätzen gebraucht wird, ſo werden wir von ihrer Anwendung weiter unten beim Glaſe ſelbſt ſprechen. Wir werden dann die Verbindungen bereits kennen gelernt haben, welche ſich bei der Einwirkung dieſer Säure auf Glas bilden, was die Erklärung dieſer Verfahrungsarten einfacher und leichter machen wird.

Capitel VII.

Schwefel. — Schwefelwaſſerſtoffſäure. — Waſſerſtoffſchwefel. — Schweflichte Säure. — Unterſchweflichte Säure. — Schwefelſäure. — Unterſchwefelſäure. — Chlorſchwefel. — Bromſchwefel. — Jodſchwefel.

102. Unter den einfachen oder unzerlegten nicht metalliſchen Körpern iſt der Schwefel ohne Zweifel einer der Wichtigſten. Im unverbunden Zuſtande iſt er ein bedeutender Handelsartikel; verbunden mit Sauerſtoff bildet derſelbe zwei ſehr nützliche Säuren, von denen die eine die ſchweflichte Säure, beim Bleichen thieriſcher Stoffe unentbehrlich iſt, und die andere die Schwefelſäure, heut zu Tage in den Händen faſt aller Gewerbtreibenden ſich befindet. In dieſer dreifachen Geſtalt bildet der Schwefel drei äußerſt wichtige Fabrikationsſtoffe, deren Verbrauch gegenwärtig ungeheuer iſt.

Man wird daher nicht über die Länge dieſes Kapitels ſtaunen, denn hätte ich mich hier ebenſo, wie im Vorhergehenden, kürzer gefaßt, ſo hätte befürchtet werden müſſen, daß die angeführten Details unzureichend geweſen ſeyn möchten.

Schwefel.

103. Dieſer einfache allgemein bekannte Körper findet ſich entweder rein oder wenigſtens faſt rein in den Umgebungen der meiſten noch thätigen Vulkane. Seiner Exiſtenz und vieler ſeiner Eigenſchaften iſt bereits in den älteſten Werken, welche wir beſitzen, Erwähnung gethan. Nicht allein die neuern Erzeugniße der feuerſpeienden Berge ſind von theils ſtaubförmigen theils mehr oder weniger kryſtalliniſchen Schwefel umhüllt, ſondern auch die gegenwärtig noch in Thä-

tigkeit begriffenen Vulkane entwickeln unaufhörlich Schwefeldämpfe, welche ſich in der Nähe ihrer Krater verdichten.

Es iſt nicht unwahrſcheinlich, daß das Feuer der Vulkane oder der ſogenannten Solfataren ſich darauf beſchränkt, die in der Tiefe befindlichen Ablagerungen von Schwefel zu ſublimiren. Dieſer Körper wurde auch wirklich in allen gebirgsformationen gefunden; Humboldt fand ihn in Amerika im Urgebirge; ebenſo beobachtet man ihn im Uebergangsgebirge, ſo wie man ferner auch auf ſehr bedeutende Ablagerungen in den ſekundären Gebirgsmaſſen traf, wo er gewöhnlich von Gyps und Kochſalz begleitet iſt. Seltener iſt er im tertiären oder jüngſten Gebirge, allein bisweilen findet man ihn daſelbſt in Geſellſchaft von Braunkohle oder Gyps.

Die ſchwefelwaſſerſtoffhaltigen Waſſer, ſetzen beſtändig Schwefel ab; ebenſo ſehen wir ihn, ſo zu ſagen, unter unſern Augen an ſolchen Orten ſich bilden, wo Schwefelwaſſerſtoffſäure erzeugt wird. In den Abtritten, und unterirdiſchen Kanälen oder Kloakenabzuchten bemerkt man oft, daß ſich Schwefel abſezt, der ohne Zweifel von der Einwirkung der Luft auf die bei der Fäulniß ſich bildende Schwefelwaſſerſtoffſäure herrührt.

Gewöhnlich findet ſich jedoch der Schwefel nicht im freien Zuſtande in der Natur. In Vereinigung mit den Metallen als Schwefelverbindungen und geſäuert mit den Baſen zu ſchwefelſauren Salzen verbunden, ſtellt er ſich in groſſen Maſſen und in allen Gebirgsformationen dar.

104. Eigenſchaften. Der Schwefel beſizt in ſeinem gewöhnlichen Zuſtande eine ſchöne zitronengelbe Farbe, iſt zerbrechlich und läßt ſich leicht pulveriſiren. Durch Reiben erlangt er einen ſchwachen Geruch und wird zugleich elektriſch, die ſich hierbei entwikkelnde Elektrizität iſt negativ. Dieſer Körper iſt ein ſchlechter Leiter für die Elektrizität und die Wärme; ſchon das Erwärmen einer Schwefelſtange mit der Hand bringt eine ſo ungleichförmige Ausdehnung ihrer Theile hervor, daß ein Kniſtern dadurch entſteht, welches eine Trennung derſelben andeutet; dieß findet bisweilen in dem Maaße ſtatt, daß die Stange an der erwärmten Stelle zerſpringt.

Das eigenthümliche Gewicht des Schwefels iſt ungefähr 1,99; ſucht man aber bei Beſtimmung deſſelben den Einfluß der Luft zu vermeiden, welche in den hohlen Räumen ſich befindet oder den Auſſenſeiten anhängt, ſo findet man daſſelbe 2,087. Sein Strahlenbrechungsvermögen iſt ſehr beträchtlich.

Man kann den Schwefel auf verſchiedene Weiſe kryſtalliſiren laſſen, und die verſchiedenartigen auf dieſem Wege erhaltenen Kryſtalle haben Veranlaſſung zu höchſt intereſſanten Beobachtungen gegeben, welche wir Mitſcherlich verdanken. Die Natur bietet uns, wie bereits erwähnt worden, häufig kryſtalliſirten Schwefel dar. Durch Kunſt kann man ihm dieſelbe Form auf zweierlei weſentlich von einander verſchiedene Weiſe geben. Das erſte Verfahren beſteht darin, den Schwefel in gewiſſen Subſtanzen, wie z. B. in Schwefelkohlenſtoff aufzulöſen; dieſe können davon bis zur Sättigung aufnehmen und nach und nach, ſey es durch Verdunſten oder durch eine geeignete Erniedrigung der Temperatur ſich wiederum von ihm trennen. Der ſich auf dieſe Weiſe langſam abſetzende Schwefel nimmt eine ſehr regelmäßige kryſtalliniſche Form an und liefert häufig iſolirte Kryſtalle von ziemlichem Umfange. Man kann ſich auch durch ein anderes Verfahren kryſtalliſirten Schwefel verſchaffen, indem man nämlich dieſen Körper in einem Schmelztiegel ſchmelzt und ihn ſehr langſam erkalten läßt. Iſt die Oberfläche erſtarrt, ſo durchſticht man ſie mittelſt eines heißen Eiſens und läßt allen noch flüßigen Schwefel durch die Öffnung abfließen. Im Innern des Schmelztiegels zeigt ſich dann eine Menge kryſtalliniſcher Nadeln von vollkommener Durchſichtigkeit; allein ſie verlieren dieſe Eigenſchaft ſchnell an der Luft, werden undurchſichtig und ſehr zerreiblich.

Nach Mitſcherlich kryſtalliſirt der durch Verdampfung des ſchwefelhaltigen Schwefelkohlenſtoffs erhaltene Schwefel in Octaedern mit rautenförmiger Grundfläche, die vom geraden rechtwinklichten, prismatiſchen Kryſtallſyſtem, gleich denen in der Natur vorkommenden Kryſtallen, abzuleiten ſind. Diejenigen welche durch Schmelzung hervorgebracht worden ſind, bilden im Gegentheil ſchiefe Prismen mit rautenför-

miger Grundfläche, eine Form, welche durchaus mit der vorhergehenden unverträglich iſt. Es iſt dieß unbezweifelt eine der ſchönen Entdeckungen Mitſcherlichs, welche, wenn ſie eine allgemeinere Anwendung gefunden haben wird, hoffentlich einſt bedeutendes Licht über die innern Anordnungen der Körpertheilchen verbreiten wird.

Der Schwefel ſchmilzt bei einer Wärme von 107° — 109° C. iſt dann ſehr flüſſig und behält ſeine ſchöne zitronengelbe Farbe bei. Dieſe Eigenſchaft bleibt unverändert bis zu einer Temperatur von ungefähr 140° C., überſchreitet man jedoch dieſen Punkt, ſo bietet er ſonderbare Erſcheinungen dar. Bei 160° C. z. B. beginnt er dickflüſſiger zu werden, erſcheint röthlich gefärbt und fährt man fort ihn weiter zu erhitzen, ſo erlangt er endlich eine ſolche Konſiſtenz, daß man das Gefäß, worin er ſich befindet, umkehren kann, ohne daß er herausfließt. Zwiſchen 220° u. 250° iſt dieſe Erſcheinung am ausgezeichnetſten wahrzunehmen; bei noch höherer Temperatur und namentlich beim Kochpunkte, wird der Schwefel wieder einigermaßen flüſſig, allein er verliert die durch die Hitze erlangte rothbraune Farbe nicht wieder, und erlangt auch die flüſſige Beſchaffenheit, welche er bei 109° hatte, nicht mehr. Führt man denſelben durch Erkalten auf dieſe Temperatur zurück, ſo wird er wieder flüſſig; erhizt man ihn aber aufs Neue, ſo verdickt er ſich wieder; man kann dieß unendlich oft wiederholen, was beweiſt, daß dieſe Erſcheinung nicht von einer chemiſchen Veränderung herrührt. Der Schwefel geräth ungefähr bei 400° C. ins Kochen.

105. Sehr merkwürdig iſt es ohne Zweifel, daß durch Temperaturerhöhung der Schwefel dicker wird, allein nicht minder bemerkenswerth ſind folgende Erſcheinungen, welche dieſer Körper darbietet. Kühlt man den flüſſigen Schwefel plötzlich ab, ſo wird er ſpröde, unterwirft man dagegen den dickgewordenen derſelben Behandlung, ſo bleibt er weich und zwar um ſo mehr, je höher ſeine Temperatur war. Folgendes ſind die Reſultate, welche ſich bei einigen Verſuchen über dieſen Gegenſtand ergeben haben.

Temperatur.	Beſchaffenheit des heißen Schwefels.	Beſchaffenheit des durch Eintauchen in Waſſer plötzlich abgekühlten Schwefels.
110° C	ſehr flüſſig, gelb	ſehr ſpröde, von gewöhnlicher Farbe.
140° C	flüſſig, dunkelgelb	ſehr ſpröde, von gewöhnlicher Farbe.
170° C	dick, pomeranzengelb	ſpröde, von gewöhnlicher Farbe.
190° C	dicker, pomeranzengelb.	weich und anfänglich durchſichtig, aber bald ſpröde u. undurchſichtig werdend; von gewöhnlicher Farbe.
220° C	zähe, röthlich	weich und durchſichtig, bernſteinfarbig.
240° bis 260° C	ſehr zähe, rothbraun	ſehr weich, durchſichtig, von röthlicher Farbe.
Kochpunkt	minder zähe, rothbraun	Sehr weich, durchſichtig und rothbraun von Farbe.

Bei allen dieſen Verſuchen wurde der Schwefel in das Waſſer geworfen, nachdem er die Temperatur, bei welcher man ihn unterſuchen wollte, erlangt hatte. Es iſt demnach nicht nöthig, den Schwefel, um ihn weich zu erhalten, lange Zeit zu erwärmen, wiewohl in mehreren chemiſchen Werken dieſe Vorſichtsmaßregel als nöthig erachtet wird; alles hängt von der Temperatur ab. Die einzige Vorſicht, die man dabei zu beobachten hat, iſt: den Schwefel in eine ſolche Quantität Waſſers zu gießen, daß er ſchnell erkalten kann, und ihn nur tropfenweiſe hinein fallen zu laſſen, denn wollte man ihn in Maſſe hineingießen, ſo würde der Innere langſam erkalten und die Beſchaffenheit des harten Schwefels annehmen. Wird der Verſuch mit einem Schwefel von 230° C und darüber angeſtellt, ſo erhält man ihn ſo weich und dehnbar, daß er ſich in haardünne und mehrere Fuß lange Fäden ausziehen läßt. Es findet alſo ein feſtes Verhältniß ſtatt zwiſchen der Temperatur, bei welcher das Eintauchen vor-

genommen wird und der Veränderung, welche der Schwefel dadurch erleidet. Sehr merkwürdig iſt es ohne Zweifel, daß dieſes Eintauchen in Waſſer den Schwefel erweicht, ſtatt ihn zu härten; es verhält ſich gerade wie bei der Bronze und widerſpricht den Theorien, welche man aufſtellte um das Härten des Stahles und des Glaſes zu erklären; ſehr ſonderbar iſt auch der Umſtand, daß der weiche Schwefel durchſichtig bleibt, während der ſich erhärtende plötzlich undurchſichtig wird.

Schwer iſt es, eine Urſache von dieſen Erſcheinungen aufzufinden, welche ſo ſehr von den Veränderungen abweichen, denen die Materie gewöhnlich unterworfen iſt; man bemerkt jedoch ſehr deutlich, daß der Übergang in den kryſtalliniſchen Zuſtand eine ſehr nahe damit verwandte Urſache iſt. Wenn der Schwefel kryſtalliſirt, ſo wird er hart, ſpröde und undurchſichtig; verhindert aber das plötzliche Erkalten ſein Kryſtalliſiren, ſo bleibt er weich, durchſichtig und behält dieſen eigenthümlichen Zuſtand bei bis zu dem Momente, wo er kryſtalliſirt, was beinahe immer zwanzig bis dreiſſig Stunden nach dem Eintauchen ſtatt findet. Es iſt wohl keinem Zweifel unterworfen, daß einige Beziehung zwiſchen dieſen Thatſachen und den merkwürdigen Beobachtungen Thenard's über den Phosphor, wovon bald die Rede ſeyn ſoll, ſtatt findet.

106. Der weiche Schwefel kann vortheilhaft zu feinen Abdrücken benützt werden, namentlich von Medaillen, Münzen, Siegeln oder mancherlei Bildern von erhabener oder vertiefter Arbeit.

Da er nach einigen Tagen ſeine urſprüngliche Härte wieder erlangt, ſo können die Abdrücke, die er liefert, wiederum als Matrizen dienen zur Verfertigung ſehr reiner Formen. Man erhält dieſe Abdrücke indem man den durch Erhitzen hinreichend flüßig gemachten Schwefel in Gypsformen gießt. Man giebt nachher den Medaillen mittelſt Graphit, welchen man darauf verbürſtet, den erforderlichen Glanz. Später (124) ſoll etwas ausführlicher die Rede von dieſer Art zu formen ſeyn.

107. Es wurde bereits geſagt, daß der Schwefel ſich verflüchtigen kann. Man überzeugt ſich leicht von dieſer Eigenſchaft, wenn man einige Gramme von dieſem Körper in einer Glasretorte erhizt; der Schwefel geräth bald ins Kochen und ſein Dampf verdichtet ſich dann wieder am obern Theile oder im Halſe der Retorte in Form eines feinen Pulvers, was unter dem Namen von Schwefelblumen bekannt iſt. Wird die Operation weiter fortgeſezt, ſo wird auch dieſer verdichtete Schwefel wiederum flüſſig und fließt durch den Hals der Retorte in Form einer rothen oder gelben Flüſſigkeit in die Vorlage, worin er aufs neue erſtarrt.

108. Wird der Schwefel an der Luft oder gar in Sauerſtoffgas erhizt, ſo entzündet er ſich bei einer Temperatur von 150° C, brennt dann mit blauer Flamme und erzeugt durch die Verbrennung ſtechende Dämpfe. Was ſich in dieſem Falle bildet iſt ſchweflichte Säure und zwar, wie wir bald ſehen werden, wann die Luft trocken iſt; außerdem aber bildet ſich auch ein wenig Schwefelſäure, wenn jene feucht iſt.

109. Bereitung. Man kann füglich die Bereitungsarten des käuflichen Schwefels in zwei Abtheilungen bringen. Bei der erſten beſchränkt man ſich darauf, dieſen Körper, der ſich ſo häufig in der Natur im iſolirten Zuſtande vorfindet, zu reinigen von den nur mechaniſch damit gemengten Stoffen. In die zweite Abtheilung gehören alle diejenigen Methoden, welche auf die Zerſetzung der metalliſchen Schwefelverbindungen durch die Hitze ſich gründen.

110. Die Reinigung des natürlichen Schwefels beſteht gewöhnlich aus zwei Deſtillationen; die erſte welche nur ganz im Groben an den Orten der Gewinnung oder in geringer Entfernung davon vorgenommen wird, bezweckt bloß einen minder koſtſpieligen Transport; die zweite, welche mit mehr Sorgfalt an dem Orte des Verbrauchs ſelbſt ausgeführt wird, liefert den Schwefel in der zu ſeiner verſchiedenartigen Benutzung tauglichen Beſchaffenheit.

Die erſte Deſtillation wird in einem Galeerenofen vorgenommen. Es iſt dieß ein langer Ofen, in welchem man 10 bis 12 irdene Töpfe ſo in zwei Reihen ſetzt, daß ein Zwiſchenraum von zwanzig Zoll bleibt. Von dieſen Töpfen hält

jeder ungefähr zwanzig Liter; ſie haben am obern Theile eine Öffnung, welche während der Deſtillation geſchloſſen wird, und die zum Einbringen des Schwefels und Herausnehmen des Rückſtandes dient. Oben an der Seite befindet ſich eine Art Schnabel, welcher in eine irdene Röhre von zwei Zoll Durchmeſſer und vierzehn Zoll Länge mündet, mittelſt welcher der ſublimirte und wieder geſchmolzene Schwefel in einen am Boden mit einem Loche verſehenen Topf fließt und von da in die mit Waſſer gefüllten hölzernen Eimer fällt. Hier erſtarrt derſelbe und wird dann von Zeit zu Zeit herausgenommen und in den Handel gebracht. Die Töpfe ſind ſo in die Ofenmauer eingeſezt, daß ihr Bauch ſich im Innern des Ofens befindet und der Einwirkung der Hitze ausgeſetzt iſt, während die beiden Öffnungen derſelben aus dem Ofen hervorragen. Die Töpfe werden mit Stücken der rohen ſchwefelhaltigen Maſſe von der Größe eines Eies angefüllt, dann der Deckel darauf gekittet und erhizt. Der Schwefel ſchmilzt, bläht ſich auf, und deſtillirt; allein bei der Operation reißt er ſtets 12 bis 15 Procent erdige Stoffe mit ſich in die Vorlage, wodurch eine zweite ſorgfältiger geleitete Operation durchaus nöthig wird. Demungeachtet aber bleibt in den Töpfen der größte Theil der erdigen Theile zurück, welche mit hierzu beſtimmten Schöpflöffeln herausgenommen werden, worauf man jene aufs Neue anfüllt. (Tafel 8. Fig. 1.)

Der ſo gewonnene Schwefel iſt in unregelmäßigen Stükken und wird roher Schwefel genannt; durch eine neue Deſtillation wird er entweder in Schwefelblumen oder Stangenſchwefel verwandelt.

111. Ehedem bereitete man den Stangenſchwefel, indem man den Rohſchwefel in gußeiſernen Keſſeln ſchmelzte, die erdigen Theile ſich abſetzen ließ und dann den darüber ſtehenden Schwefel mit eiſernen Löffeln heraus ſchöpfte und in Formen von Tannenholz goß. (Tafel 8. Fig. 2.)

Man unterſcheidet dreierlei Arten von rohem Schwefel. Man hält denjenigen, welcher hinſichtlich ſeiner Farbe dem gewöhnlichen Stangenſchwefel am nächſten ſteht, für die Sorte, welche durch dieß Verfahren am leichteſten zu reinigen iſt. Es

gibt ferner dunkelgelben ſo wie auch braungelben Schwe- fel. Dieſe beiden Sorten ſcheinen von einer zu ſtarken Hitze herzurühren, die bisweilen bei der Bereitung des rohen Schwefels angewendet wird. Man iſt der Meinung, daß der gelbe Schwefel ohne Nachtheil bei einem lebhaften Feuer raffinirt, werden könne, während die beiden leztern Sorten eine gemäßigtere Temperatur erfordern. Gewöhnlich miſcht man dieſe, wenn man die Reinigung mittelſt Schmelzung vornehmen will, um ein gleichförmigeres Produkt zu gewin- nen. Demungeachtet iſt es jedoch nicht unwahrſcheinlich, daß wenn man Sorge trüge den Schwefel bei einer Tem- peratur von 110 oder 115° C zu gießen, ſeine Farbe wohl immer zitronengelb werden würde, wie auch übrigens die Maſſe ſeyn mag, welche anfänglich hierzu genommen wird. Es finden nämlich im Augenblicke des Gießens Erſcheinun- gen ſtatt, welche denen ähnlich ſind, deren wir bereits ge- dacht haben, als vom Eintauchen des geſchmolzenen Schwe- fels in kaltem Waſſer die Rede war. Die dort angeſtellten Betrachtungen finden ebenfalls Anwendung bei dem Verfah- ren, von welchem wir jezt ſprechen.

112. Heut zu Tage wird dieſe Bereitung mittelſt eines Verfahrens ausgeführt, welches dem bei Gewinnung der Schwefelblumen üblichen gleich kommt. Man bedient ſich hier- zu einer Vorrichtung, welche man dem ausgezeichneten Fab- rikanten Michel zu Marſeille verdankt.

Dieſer Apparat (Tafel 8. Fig. 3.) beſteht aus einem gußeiſernen Keſſel, welcher die Stelle einer Retorte vertritt und einer großen Kammer, welche als Vorlage dient. Der gußeiſerne Keſſel (a) muß 3 Centimeter dick ſeyn und 7 bis 800 Kilogramm Schwefel aufnehmen können, weil er ge- wöhnlich mit 5 bis 600 Kilogrammen angefüllt wird. Er iſt in einen Ofen feſt gemauert, deſſen Feuerraum in (f) und deſſen Aſchenherd in (c) ſich befindet. Oberhalb des Keſſels bildet das Backſteingemäuer einen Kanal, der die Stelle ei- nes Retortenhalſes vertritt. An der Vorderſeite dieſes Ka- nals iſt eine gußeiſerne dicke Thüre (p) angebracht, welche zum Herausnehmen der Rückſtände und zum Eintragen des Schwefels dient. Dieſe Thüre wird von einer Eiſenſtange

gehalten, welche durch zwei gut eingelaſſene Klammern befeſtigt iſt. Indem der Schwefeldampf, welcher den Keſſel verläßt, durch den Kanal (x) in eine Kammer dddd geht, verdichtet er ſich an den Wänden derſelben zum feinen Pulver, welches die Schwefelblumen ſind. Dieſe Kammer iſt mit zwei Klappen verſehen, welche einem Übermaaß des Gaſes einen Ausgang, aber der atmosphäriſchen Luft keinen freien Zutritt in den Apparat geſtatten. Dieſe Klappen ſind bloß Blechplatten, welche auf eiſernen Rahmen ruhen.

Mittelſt einiger leichten Abänderungen kann man mit dieſem Apparate nach Belieben Schwefelblumen oder Stangenſchwefel erzeugen. Es iſt begreiflich, daß der Dampf, welcher anfänglich ſchnell durch die Berührung der kalten Mauern der Kammer verdichtet wurde, dieſe nach und nach erwärmen muß, es tritt endlich auch ein Zeitpunkt ein, wo der Dampf, ſtatt ſich zu verdichten, ſeine Wärme dem ſchon condenſirten Schwefel mittheilt und ihn in den tropfbar flüſſigen Zuſtand überführt, während er ſelbſt zugleich dieſelbe Veränderung erleidet. Es ergiebt ſich hieraus, daß es, um Schwefelblumen zu erhalten, nöthig iſt, die Operation nach einer gewiſſen Zeit zu unterbrechen, während man dieſelbe ungeſtört fortſetzen muß, wenn man flüßigen Schwefel bereiten will. Man begreift ferner, daß es im erſten Falle vortheilhaft ſeyn wird, eine große Kammer anzuwenden, während dagegen im zweiten Falle eine Kammer von kleinerem Umfange weit zweckdienlicher ſeyn muß. Um endlich die Schwefelblumen herauszunehmen, iſt es nöthig, daß man durch eine Thüre in die Kammer gelangen könne, während, wenn der Schwefel in den flüſſigen Zuſtand übergeführt werden ſoll, es hinreicht am Boden der Kammer eine durch Hähne verſchließbare Röhrenleitung anzubringen, durch welche er heraus in die Formen geleitet werden kann. Die Thüre wird nur dann geöffnet, wenn eine Reinigung oder Ausbeſſerung im Innern der Kammer vorgenommen werden muß. Dieſe Thüre iſt gleichfalls aus ſtarkem Gußeiſen gemacht und muß ſorgfältig befeſtigt und verkittet werden.

Dieß ſind ſämmtliche Abänderungen, welche dieſe Apparate erleiden. Deſtillirt man 100 Kilogr. Schwefel wäh-

rend einer Stunde in einer Kammer von 64 Meter Kubikinhalt und ſezt die Arbeit Tag und Nacht fort, ſo erhält man flüſſigen Schwefel.

Deſtillirt man aber 100 Kilogramme Schwefel in der Stunde in einer Kammer von 320 Kubikmeter und arbeitet nur am Tage, ſo erzeugt man im Gegentheile Schwefelblumen.

Dem flüſſigen Schwefel giebt man die bekannte Stangenform, indem man ihn in leicht koniſche Formen von Tannenholz gießt, welche etwas benezt aber wieder wohl abgetropft ſind. Während der Schwefel in dieſen Formen erkaltet kryſtalliſirt er und zieht ſich ſichtlich zuſammen, indem eine mit unregelmäßig gruppirten Nadeln erfüllte Höhlung entſteht, welche die Stangen ſtets gegen ihre Axe hin an der dem obern Theile der Form entſprechenden Seite zeigen. (Tafel 8. Fig. 5.)

113. Die größte Unbequemlichkeit, welche mit dieſer Bereitungsweiſe verbunden iſt, beſteht in der Leichtigkeit, mit welcher ſich der Schwefel hierbei entzünden kann. Es kann ſich ereignen, und iſt zuweilen ſchon vorgekommen, daß die Schwefeldämpfe, welche mit atmosphäriſcher Luft gemengt die Kammer erfüllen, eine zur Entzündung des Schwefels hinreichende Temperatur von 170° C erreichen. In dieſem Falle ſind die große Ausdehnung des Gasgemenges, die hohe Temperatur, welche ſich bei der Verbrennung entwickelt und endlich die plötzliche Verdichtung alles Schwefeldampfes, der ſich in ſchweflichte Säure umwandelt, ſämtlich Urſachen, welche dazu beitragen können, dieſe Detonationen heftig und gefährlich zu machen. Das beſte Mittel zu Vermeidung derſelben würde, wie es mir ſcheint, darin beſtehen, die Kammern mittelſt ähnlicher Klappen zu verſchließen, wie ſolche bei der Schwefelſäurebereitung angewendet werden, wovon ſpäter die Rede ſeyn wird, indem man nämlich das Waſſer durch Öhl erſezt. Man könnte allen Sauerſtoff, der ſich in den Kammern befindet, wegſchaffen, wenn man Schwefel oder Kohle darin verbrennen würde, und wäre im Stande die Wiedererneuerung dieſer Luft zu verhindern, indem man die Verbindung zwiſchen dem Keſſel und der Kammer durch eine gußeiſerne Platte während

des Einbringens des Schwefels und Herausnahme des Rückſtandes abſchlöße. Die Anwendung dieſes Mittels würde wenig Schwierigkeit für die Kammern finden, in welchen beſtändig gearbeitet wird, denn wäre der innere Raum einmal von Sauerſtoff entleert, ſo würde die Luft der Kammer lange davon befreit bleiben. Minder leicht dürfte bei den Kammern Anwendung davon gemacht werden können, in welchen die Arbeit fortwährend unterbrochen wird.

114. Die vor zwanzig Jahren noch ſo häufig ſich ereignenden Detonationen kommen jetzt ſo ſelten vor, daß ſie den Fabrikanten faſt gänzlich unbekannt geworden. Ich weiß nicht, ob man dieſe Thatſache genügend erklären kann, denn die einzige bemerkenswerthe Abänderung, welche man in dem Gange der Operation eingeführt hat, beſteht in einem vorläufigen Abgießen des für die Deſtillation beſtimmten Schwefels. Man will hierdurch offenbar den Schwefel möglichſt reinigen, damit man nicht nöthig hat, den Rückſtand nach jeder Deſtillation herauszunehmen. Die Arbeiter, welchen die Reinigung des Keſſels obliegt, werden dadurch ſehr beläſtigt, da ſie bei dieſer Arbeit dem nachtheiligen Einfluße der ſchweflichten Säure ausgeſetzt ſind. Man hat ſogar ein eigenes Verfahren erdacht, wodurch der Keſſel fortwährend gefüllt werden kann, welches gekannt zu ſeyn verdient. Der Rauch des unter dem Deſtillations-Keſſel befindlichen Feuers zirkulirt, anſtatt geradezu in den Schornſtein aufzuſteigen, um einen großen offenen Keſſel, in welchen man den rohen Schwefel bringt. Dieſer wird flüßig, und ſezt die in ihm enthaltenen fremdartigen Stoffe ab. Vom Boden des Deſtillations-Keſſels geht eine Röhre aus, welche den zum Abgießen beſtimmten Keſſel ſeiner ganzen Höhe nach durchläuft. Derjenige Theil der Röhre, welche die Maſſe des abzugießenden Schwefels auf ſolche Art durchläuft, mündet ſich in mit Ventilen verſehenen Tubulirungen, welche in verſchiedenen Höhen angebracht ſind und mittelſt welcher man die ſämmliche dekantirte Schwefelmaſſe nach und nach in den für die Deſtillation beſtimmten Keſſel bringen kann. Dieſe Vorrichtung geſtattet, wie man ſieht, eine ſchnellere Fabrikation, weil der Schwefel beſtändig kochend in den Keſſeln er-

halten werden kann; man erſpart dabei ſehr viel an Brennmaterial und es iſt ferner noch das Reinigen des Keſſels ſeltener nöthig; die Deſtillations-Keſſel dauern außerdem auch länger, indem ſich weniger Schmutz in ihnen anſezt und ſie deshalb eine minder hohe und mehr gleichmäßige Temperatur annehmen.

Den Einfluß, welchen das Abgießen auf die Detonationen hat, kann man ſich auf folgende Weiſe erklären: der rohe Schwefel, welchen man der Deſtillation unterwirft, entbindet eine ziemlich bedeutende Menge Schwefelwaſſerſtoffſäure, wie auch eine der Naphta ähnliche öhlige Subſtanz; als Rückſtand bleibt dann Kieſelerde, Schwefeleiſen, kohlenſaurer Kalk und eine Art von Erdpech (Bitumen.) (Vauquelin ann. de Chimie Bd. 25. p. 50.) Nicht unwahrſcheinlich iſt es, daß die Anweſenheit der Schwefelwaſſerſtoffſäure und des öhligen Dampfes in den Kammern viel zu den Detonationen beigetragen hat. Das Abgießen, welches man jetzt mit dem Schwefel vornimmt, hat außer den bereits angegebenen Vortheilen noch den, daß es den rohen Schwefel vom Öhle befreit, welches, indem es in Dampf verwandelt wird, oder ſich dergeſtallt zerſetzt, daß es Schwefelwaſſerſtoffſäure bildet, die Atmosphäre der Kammern zu Detonation geeignet macht. *)

Wie es ſich auch hinſichtlich der Urſachen, welche die Detonationen veranlaſſen, verhalten mag, ſo werden wir doch die Zeitpunkte der Operation angeben, in welchen ſie zu befürchten ſind, wenn man nicht dekantirten Schwefel deſtillirt; immerhin empfehlen wir jedoch, das Abgießen vor der Deſtillation vorzunehmen.

115. Bei den beiden Operationen, welche wir nun beſchreiben wollen, verrichtet man eine eigentliche Deſtillation,

*) Der graue Bodenſaz, welcher bei dem Abgießen zurückbleibt, hat Metallglanz und iſt unter dem Namen Schwefelſchmuz bekannnt; er enthält noch eine ſo beträchtliche Menge Schwefel, daß man ſich einige Zeit lang ſeiner zur Bereitung der Schwefelſäure bedient hat. Da die Deſtillatöre denſelben nicht mehr zu dieſem Zwecke verkaufen können, ſo ſind ſie jezt im Beſitze ungeheurer Maſſen, die ſie nicht zu benützen im Stande ſind, wahrſcheinlich wegen des darin befindlichen Erdpeches, welches in allen Fällen bei der Anwendung hinderlich iſt.

allein die Temperatur der Vorlage darf nicht 107° C erreichen, wenn man Schwefelblumen bereiten will, muß aber dagegen dieſe Temperatur etwas überſchreiten, wenn flüſſiger Schwefel gewonnen werden ſoll.

Nehmen wir an, es ſeyen Schwefelblumen zu bereiten. Sobald der Keſſel gefüllt iſt, die Thüren mit Thon verkittet ſind und die Ventile frei ſpielen können, kann man anfangen zu feuern. Da der rohe Schwefel mehr oder weniger Waſſer noch enthält, ſo verflüchtigt ſich dieſes bei 100° und es wird eine Art von Sieden hörbar. Dieſes Geräuſch hört bald auf; bei 107° wird der Schwefel flüſſig und wenn er die Temperatur von 150° erreicht hat, ſo entzündet ſich ſeine der Luft ausgeſezte Oberfläche. Bald jedoch hört die Verbrennung wieder auf, wenn nämlich die mit dem Schwefel in Berührung ſtehende Luft einen beträchtlichen Theil ihres Sauerſtoffs abgegeben und dafür mit einer entſprechenden Menge ſchweflichter Säure ſich angefüllt hat. In dem Augenblicke, wo der Schwefel ſich entzündet, werden die Klappen emporgehoben und ſaure Dämpfe ſtrömen mit mehr oder weniger Heftigkeit aus der Kammer. Man darf nun das Feuer verſtärken und zwar bis endlich der Schwefel ins Kochen geräth. Von dieſem Zeitpunkt an, muß man ein gelindes Feuer unterhalten, damit der Schwefeldampf nicht in zu großer Maſſe in die Kammer ſtröme und ſeine Verdichtung an den Wänden ſchnell ſtatt finden könne. Man erkennt, ob die Temperatur hoch genug iſt, wenn man auf den Hitzgrad der Gußeiſenplatte achtet, welche die über dem Keſſel befindliche Öffnung ſchließt. Die Temperatur muß ſo hoch ſeyn, daß Schwefelſtückchen, welche man darauf legt, ſich entzünden. Die Beendigung der Operation wird erkannt, wenn man durch ein in der gußeiſernen Thüre angebrachtes Loch einen Eiſenſtab in den Keſſel bringt und dieſer beim Herausnehmen keine Anhängſel von flüſſigem Schwefel zeigt. Es bleibt zulezt ein Rückſtand, der, nachdem man die Platte entfernt hat, mit einem eiſernen Löffel herausgenommen wird. Man bringt hierauf ein neues Quantum Schwefel in den Keſſel und ſezt die Platte wieder darauf. Dieß iſt der für Detonationen gefährliche Augenblick, denn die Atmosphäre

der Kammer beſteht aus Schwefeldämpfen, Schwefelwaſſerſtoffſäure, öhligen Dämpfen, ſchweflichter Säure, Stickſtoff und einer veränderlichen Menge von Sauerſtoff. Wenn während dem Herausnehmen die Luft nicht hinein dränge, ſo würde dies Gemenge wahrſcheinlich zu wenig Sauerſtoff enthalten, um verpuffen zu können; allein ſobald man die Platte aufhebt, ſtürzt die äußere atmosphäriſche Luft in die Kammer, ſo daß bei wieder beginnender Deſtillation die Erſcheinungen der Schwefelentzündung ſich wieder erneuern und ſehr gefahrbringend werden können. Ein Regiſter, wodurch die Verbindung zwiſchen der Kammer und der äußern Luft abgeſchloſſen werden könnte während dem Ausleeren und Wiedereinfüllen des Keſſels, würde mithin von Nutzen ſeyn. Die nämlichen Erſcheinungen können bei den folgenden Operationen immer beobachtet werden.

Die gebundene Wärme des Schwefeldampfes, welche bei der Verdichtung deſſelben frei wird, erhöht ſtets die Temperatur der Wände der Kammer. Die ganze Kunſt der Schwefelgewinnung beſteht demnach darin, die Operation ſo zu leiten, daß dieſe Temperaturerhöhung nicht ſo ſchnell ſtatt finde, daß die Mauerwände bis auf 107° C erhizt werden. Man erfüllt dieſe Bedingung, wenn man die Arbeit unterbricht und dadurch den Wänden Zeit läßt, ſey es durch Entſtrahlung der Wärme oder durch die Berührung mit der äußern kältern Luft, ſich abzukühlen. Ungeachtet dieſer Vorſichtsmaaßregel zeigt ſich oft, an den dem Keſſel zunächſtliegenden Theilen, geſchmolzener Schwefel; auch findet man an den Wänden der Kammer oft Schwefel als kleine Körner von ſandigem Anſehen angehäuft, ja bisweilen ſogar Schwefelkryſtalle. Vielleicht ließe ſich dieſe Operation regelmäßiger und ſchneller ausführen, wenn man die Mittel, wodurch die Abkühlung bewirkt wird, vermehren könnte. Man dürfte nur z. B. durch die Kammern gußeiſerne Röhren führen, welche mit kaltem Waſſer gefüllt wären, was ſich fortwährend langſam erneuert; dadurch würde vielleicht eine Verminderung des Umfanges der Kammer möglich gemacht, und die Deſtillation ſchneller vor ſich gehen können.

Bei dem gewöhnlichen Verfahren iſt der Verluſt 18 bis 20 Procent, der zum Theil vom Verbrennen des Schwefels herrührt, was ſich oft wiederholt, weil man, um die Abkühlung zu beſchleunigen, von Zeit zu Zeit die Klappen, während die Arbeit ruht, öffnet, um kalte Luft hinein zu laſſen. Die im Handel vorkommenden Schwefelblumen ſind ſtets mit ſchweflichter Säure oder Schwefelſäure verunreinigt, welche Erzeugniſſe dieſer wiederholten Verbrennungen ſind *). Man reinigt ſie ſehr leicht davon durch wiederholtes Waſchen mit Waſſer **).

116. Die durch Hrn. Michel vorgeſchlagene Abänderung reduzirt den Verluſt auf 11 bis 12 Procent und beſchleunigt die Bereitung. Wenn der Schwefel deſtillirt worden, ſo iſt er eben ſo rein als die Schwefelblumen. Die Operation dabei iſt viel einfacher, denn ſtatt der ſo unregelmäßigen Abkühlungsmittel für die Kammern, hat man nur dafür zu ſorgen, daß die Temperatur im Gegentheil über 107° durch die Schnelligkeit bei den Deſtillationen, welche an ſich ſchon ein ſicherer und beträchtlicher Gewinn iſt, erhalten werde. Statt eines einzigen Keſſels wendet man gewöhnlich zwei oder noch mehrere für ein und dieſelbe Kammer an. Dieſe Abänderung macht es möglich mit größerer Schnelligkeit, weniger Abgang und einem kleinern Betriebskapital zu arbeiten und in einem einzigen Apparat dieſelbe Menge gereinigten Schwefel zu erhalten, welche ſonſt nur durch Anwendung von zwei oder mehreren Apparaten mit einem Keſſel hätte erzeugt werden können. Wenn der erſte Keſſel ſo heiß geworden, daß der Schwefel ſich entzündet, ſo zeigen ſich alle bereits beſchriebenen Erſcheinungen. Nachdem das mehr oder weniger lebhafte Blaſen, welches dieſen Zeitpunkt charakteriſirt, Statt gefunden hat, geht die Deſtillation ohne Unter-

*) Noch werden unſeres Wiſſens die Schwefelblumen, die im Handel in Deutſchland vorkommen, aus Marſeille bezogen. Es möchte ſich daher wohl verlohnen, unter ſonſt günſtigen Umſtänden dieſe Waare auch in Deutſchland zu bereiten, da immerhin ein nicht unbedeutender Verbrauch davon ſtatt findet. A. u. E.

**) Wenn man die Luft der Kammer ausleert, um ſich hineinzubegeben, ſo iſt ſie dergeſtalt mit dampfförmiger Schwefelſäure beladen, daß ſie noch der Vegetation der nächſten Umgebungen der Fabriken ſchadet.

brechung vor ſich, weil kein Sauerſtoff mehr in dem Retortenhalſe zurück bleibt, in welchem der Schwefeldampf eine zu ſeiner Entzündung erforderliche Temperatur von 150° C beſizt. Enthält aber die Kammer ſelbſt ein detonirendes Gemiſch, ſo iſt einleuchtend daß im Momente, wo der zweite Keſſel die Temperatur von 150° erreichen wird, die ſchwache Verpuffung, welche die Entzündung des Schwefels hervorbringt, indem ſie in der Kammeratmosphäre fortgepflanzt wird, ſich in eine mehr oder minder gewaltſame Detonation verwandeln kann. In dieſem Falle würde die einzige mögliche Vorſichtsmaaßregel, welche man in Beziehung auf die Beweglichkeit der Klappen treffen kann, oft unzureichend befunden werden. Man ſah auch in der erſten Zeit, als man dieß Verfahren einführte, daß Detonationen dieſer Art die Kammern erſchütterten, das Dach emporhoben, und ſelbſt die gußeiſernen Thüre zerriſſen, welche die Öffnungen verſchließen.

Bevor man zum Gießen des Schwefels ſchreitet, ſind gewöhnlich acht oder neun Füllungen des Keſſels vorangegangen. Dieſe Reihe von Deſtillationen iſt nöthig um die Kammer in diejenige Temperatur zu verſetzen, in welcher der Schwefel flüſſig wird. Man erkennt das Flüſſigwerden des Schwefels, wenn, indem man ein Stück Schwefel durch eine der Klappen wirft, ſein Fall ein Geräuſch verurſacht, ähnlich dem, welches gewöhnlich ein feſter in eine Flüſſigkeit fallender Körper hervorbringt. Beſſer möchte es ſeyn, wenn man einige Thermometer zur Ausmittelung dieſes Zuſtandes benüzt, die ſo angebracht werden müßten, daß die Kugeln in und die Röhren außerhalb der Kammer ſich befänden. Man würde auf ſolche Weiſe erkennen können, nicht bloß ob der Schwefel bis zum Schmelzen gebracht worden, ſondern auch ob derſelbe dieſen Punkt noch nicht ſehr überſchritten habe. Findet dieſer leztere Fall wirklich ſtatt, ſo nimmt der Schwefel, ſtatt nach dem Erkalten zitronengelb zu werden, wie man ihn im Handel verlangt, eine braune Farbe an, welche ſeinen Werth in den Augen der Käufer vermindert, obgleich er wirklich eben ſo rein iſt *).

*) Dieſe Farbenabänderung kann bisweilen von der Gegenwart des Öhls her-

117. Das Gießen des Schwefels geſchieht auf eine ſehr einfache Weiſe. Man öffnet den von der Kammer ausgehenden Kanal am äußern Ende, ſchmelzt den Schwefel weg, welcher die Öffnung noch verſtopft und läßt nun den flüſſigen Schwefel in die Formen fließen. Wenn man rohen Schwefel deſtillirt, ſo trägt man Sorge, nicht den ganzen Inhalt der Kammer herausfließen zu laſſen, weil die flüſſige Schwefelmaſſe mit einer ſchweflichte Säure und Schwefelſäure haltigen Waſſerſchicht bedeckt iſt, welche die gußeiſernen Platten angegriffen hat und dadurch ſchwärzlich gefärbt erſcheint. Die lezten Antheile Schwefel würden mehr oder weniger verunreinigt ſeyn und eine neue Deſtillation erfordern; allein da das Quantum dieſes unreinen Schwefels unveränderlich daſſelbe bleibt, wie groß auch die Menge der Flüßigkeit ſeyn mag, ſo iſt es in dieſem Falle beſſer, nur ſo ſelten als möglich die Maſſe ganz abfließen zu laſſen *).

118. Man gewinnt den Schwefel auch aus einigen Schwefelmetallen; in dieſem Falle wird die erſte Operation, wodurch man rohen Schwefel erhält, auf verſchiedene Weiſe vorgenommen. Zuerſt wollen wir bemerken, daß man bei mehreren metallurgiſchen Arbeiten, die auf die Behandlung der Schwefelmetalle ſich gründen, damit beginnt, einen Theil Schwefel, welche dieſe enthalten, fortzuſchaffen. Es iſt dieß der Fall bei Behandlung der Verbindung des Schwefeleiſens mit Schwefelkupfer (Kupferkies), welche bei der Kupfergewinnung angewendet wird; ferner findet dieß Statt bei Bereitung des ſchwefelſauren Eiſens oder des gewöhnlichen Eiſenvitriols aus dem natürlichen Schwefeleiſen (Schwefelkies). Die Scheidung des Schwefels aus den Schwefelverbin-

rühren, welches alle rohen Schwefel begleitet, ſo wie dies auch bei den bereits früher (111) bezeichneten Abänderungen derſelben der Fall ſeyn kann. Alle dieſe Fragen erfordern eine neue Prüfung dieſes Gegenſtandes.

*) In den meiſten Fabriken, in welchen man deſtillirten Schwefel bereitet, pflegt man jezt in die Kammer eine gewiſſe Menge von bloß abgegoſſenem Schwefel zu bringen, welcher auf Koſten der gebundenen Wärme der Dämpfe des deſtillirten Schwefels ſchmilzt. Der im Handel vorkommende deſtillirte Schwefel iſt demnach eigentlich ein Gemenge von deſtillirtem und abgegoſſenem Schwefel.

bildungen des Kupfers iſt mit der Gewinnung dieſes Metalls ſo eng verbunden und liefert ſo wenig Schwefel, daß es zweckmäßiger iſt, in dem Theil unſeres Werkes derſelben zu erwähnen, in welchem wir uns mit der Kupfergewinnung ſelbſt beſchäftigen.

119. Es gilt dieß nicht von der Behandlung des erwähnten Schwefeleiſens; man kann dieſes mit Vortheil auf Schwefel benützen, indem man damit zugleich die Bereitung des ſchwefelſauren Eiſens verbindet. Um die Gewinnung deſſelben beſſer zu verſtehen, genüge hier die Bemerkung, daß das Schwefeleiſen im Maximum an vielen Orten in Menge vorkommt, und ſo zuſammengeſezt iſt, daß wenn man ihm die Hälfte ſeines Schwefels entzieht, das Eiſen und der Schwefel dann in einem ſolchen Verhältniß verbunden zurückbleibt, daß wenn jenes in Oxydul und dieſer in Schwefelſäure umgewandelt wird, daraus neutrales ſchwefelſaures Eiſenoxydul hervorgeht. Das natürliche Schwefeleiſen im Maximum enthält 54 Procent Schwefel; es kann demnach 27 Procent davon verlieren, ohne daß es dadurch zur Bereitung des ſchwefelſauren Salzes untauglich würde. Die Wirkung der Hitze iſt ſchon hinreichend, um aus der Verbindung, wenn nicht das Ganze, doch wenigſtens einen Theil des Schwefelüberſchußes abzuſcheiden. In der Folge werden wir ſehen, daß der durch die Hitze abgeſchiedene Schwefel genau $\frac{2}{5}$ der ganzen im Schwefeleiſen enthaltenen Schwefelmenge beträgt, nämlich ungefähr 21 bis 22 Procent des Schwefeleiſens im Maximum. Unglücklicher Weiſe aber kann man nur ſo viel Schwefel gewinnen, wenn man eine Hitze anwendet, welche das Schwefeleiſen, das als Rückſtand bleibt, ſchmelzen würde: ein Umſtand, den man ſorgfältig vermeiden muß, weil man ſonſt, um jenen herauszunehmen, genöthigt ſeyn würde die Deſtillationsapparate zu zerſtören.

Die Erfahrung lehrt, daß, wenn man ſich begnügt nur 13 bis 14 Procent Schwefel abzuſcheiden, der Rückſtand pulverförmig bleibt und mithin leicht aus den Apparaten genommen werden kann. Nach dieſer vorausgeſchickten Bemerkung wird das ganze Verfahren leicht verſtanden werden können.

120. Das jezt gebräuchliche Verfahren iſt ſeit langer Zeit bekannt und wird in Sachſen und Böhmen *) ziemlich allgemein angewendet; dagegen aber hat man in Frankreich davon erſt ſeit einigen Jahren beſchränkten Gebrauch gemacht. Die Einführung deſſelben verdankt man Hrn. Dartigues, einem der geſchickteſten Fabrikanten Frankreichs.

In Sachſen und Böhmen (Tafel 8. Fig. 4.) ſezt man quer in einen Galeeren-Ofen thönerne Röhren ein, die an beiden Enden mit Mündungen verſehen ſind und nur wenig über den Ofen zu beiden Seiten hervorragen. Dieſe Röhren ſind auf einer Seite enger und werden in den Ofen unter einer ſanften Neigung von einem Zoll nach der engern Mündung hin eingeſezt, ſo daß dieſe Seite am niedrigſten liegt. An das engere und am meiſten geneigte Ende wird innen eine irdene ſeiherförmige Scheibe angebracht, welche das Mineral herabzufallen hindert und deren Zwiſchenräume den nöthigen Raum für das abfließen des Schwefels darbieten oder ſeinem Dampf einen Durchgang geſtatten. An dieſem Ende wird eine irdene Röhre angepaßt, welche beſtimmt iſt, den Schwefel in eine mit Waſſer verſehene Vorlage zu leiten, worin er verdichtet wird. Dieſe Vorlage iſt von Holz und mit einer Bleiplatte bedeckt, die mit einer Öffnung verſehen iſt, um der ausgedehnten Luft einen Ausgang zu geſtatten. Nachdem dieſe Vorrichtungen getroffen worden, füllt man die Röhre durch die weite Öffnung mit Schwefelkies an, ſchließt dieſelbe hierauf mit einer irdenen Platte und ſchreitet, nachdem man die Fugen verſtrichen hat, zur Deſtillation. Durch den ſo vorgerichteten Apparat kann der Schwefel abfließen, ohne das eine hohe Temperatur im ganzen Umfang der Röhre nöthig wäre, allein das Produkt kann auch einigermaſſen verunreinigt werden. Jeder Ofen enthält 12 oder 24 Röhren und jede derſelben wird mit

*) Zu Altſattel und Davidsthal ohnweit Karlsbade möchten wohl die größten Schwefelhüttten dieſer Art in Deutſchland exiſtiren. Dieſe Fabrikation iſt dort mit der Bereitung des Eiſenvitriols und der rauchenden Schwefelſäure verbunden und außerordentlich durch das gleichzeitig vorkommende ſehr wohlfeile Brennmaterial begünſtigt, welches die Natur daſelbſt als treffliche Braunkohle in ungeheuer mächtigen Lagern darbietet. A. u. E.

12,5 Kilogr. Mineral gefüllt, zu deren Deſtillation 8 Stunden erforderlich ſind.

In einem Ofen von 24 Röhren werden demnach 63 metriſche Zentner Mineral die Woche durch deſtillirt und man erhält davon 8,5 metriſche Zentner Schwefel, was ungefähr 14 pr. Cent. beträgt, wie oben bereits erwähnt wurde.

Hr. Dartigues hat in ſeiner bei Namur gelegenen Fabrik nur dieſes Verfahren darin abgeändert, daß er zylindriſche Röhren anwendet und ſie horizontal einſetzt. Die Arbeit geht übrigens auf gleiche Weiſe von Statten. Er giebt jedesmal 25 Kilogr. Mineral in jede Röhre. Es befinden ſich davon 24 in jedem Ofen. Eine Deſtillation iſt nach Verlauf von 6 Stunden vollendet.

Da Hr. Dartigues doppelt ſo viel rohes Material in die Röhren einſetzt und die Deſtillation kürzere Zeit dauert, ſo kann er 168 metriſche Zentner die Woche durch behandeln und daraus 22 bis 23 metriſche Zentner Schwefel gewinnen; er erhält gleichfalls nur 13 bis 14 pr. Cent. Schwefel, und zwar aus den bereits oben angeführten Gründen.

121. Es geht aus dem Geſagten hervor, daß bei allen dieſen Operationen der gewonnene Schwefel ungefähr den vierten Theil von dem anfänglich im Schwefelkies enthaltenen beträgt. Dieſer Umſtand ſcheint darauf hinzudeuten, daß der Rückſtand eine Verbindung nach beſtimmten Verhältniſſen iſt und zwar ſo, daß wenn das Schwefeleiſen im Maximum aus einem Atom Eiſen und zwei Atomen Schwefel gebildet iſt, dieſer Rückſtand aus zwei Atomen Eiſen und drei Atomen Schwefel beſtehen würde. Es folgt hieraus, daß dieſe Schwefelverbindung dem rothen Eiſenoxyd entſpricht, woraus ferner hervorgeht, daß wenn das Eiſen in Oxyd verwandelt und der Schwefel vollkommen geſäuert würde, daraus ein neutrales ſchwefelſaures Eiſenoxyd ſich bilden müßte. Wir werden ſpäter ſehen, wie es zugeht, daß der Rückſtand, indem er der Luft ausgeſezt wird, dennoch blos ſchwefelſaures Eiſenoxydul reichlich giebt.

122. Die Gewinnung des Schwefels auf die beſchriebene Weiſe iſt leicht. Allein da es, wenn ſie Vortheil bringen ſoll, erforderlich iſt, ſich gute irdene Röhren zu ver-

ſchaffen, ferner daß man Brennmaterial zu niedrigem Preiſe und Schwefelkies in Überfluß habe, ſo findet ſich die Anwendung dieſes Verfahrens ſehr beſchränkt. Es giebt wenige Länder, wo der Preis des Schwefels ſo hoch ſtünde, daß man daran denken könnte, eine Fabrikation dieſer Art zu beginnen, wenn man nicht durch die angezeigten Umſtände begünſtigt wird. Übrigens wird aber überall, wo man Steinkohlen und guten Thon hat, die Gewinnung vortheilhaft ſein, ſelbſt wenn der Seehandel frei iſt, und die Zufuhren von Schwefel zur See leicht Statt finden können *).

Man begreift, daß der ſo bereitete Schwefel ſogleich bei der erſten Operation rein erhalten werden könnte; im entgegengeſetzten Falle aber würde man ihn einer neuen Deſtillation unterwerfen müßen, welche dann in dem bereits beſchriebenen Michel'ſchen Apparate vorzunehmen wäre.

123. Benutzung. Jedermann weiß, daß der Schwefel angewendet wird, um die Zündhölzchen leicht entzündlich zu machen. Sein niedriger Preis macht dieſe Anwendung möglich, und man muß zugleich bemerken, daß wenig Materien zu dieſem Zwecke geeignet wären. Ein Zündhölzchen muß mit einem an der Luft ziemlich unveränderlichen Körper verſehen ſein, der ſchon bei einer niedrigen Temperatur entzündlich iſt und zugleich das Holz anzuzünden vermag. Dieſe drei Bedingungen möchten, des niedrigen Preiſes des Stoffes nicht zu gedenken, ohne Zweifel bei jedem andern Körper ſchwer vereinigt zu treffen ſeyn. Man muß hierbei zugleich bemerken, daß wenn der Schwefel ſich nicht gänzlich in gasförmige ſchweflichte Säure verwandelte, ſondern im Gegentheil durch ſeine Verbrennung eine feſte Säure bildete, ſo würde Letztere das Holz überziehen und deſſen Verbrennung hindern. Dieß

*) Die ungeheuren Schwefelmaſſen, welche gegenwärtig in Frankreich zur Schwefelſäurefabrikation, namentlich in Marſeille, Paris und Rouen verbraucht werden, kommen aus Sicilien, wo dieſer Körper in den dortigen vulkaniſchen Gebirgsmaſſen in groſser Menge gefunden wird. Der einmal gereinigte Schwefel koſtet gegenwärtig in Paris 18 Franken d. 100 Kilogr. Dieſer äuſserſt billige Preis geſtattet auch, die für die Künſte jetzt ſo wichtige Schwefelſäure ſehr billig zu liefern, was auf viele Gewerbe einen wohlthätigen Einfluſs äuſsert. A. u. E.

iſt oft der Fall, wenn man ſich der Phosphorfeuerzeuge bedient.

Die Bereitung der gewöhnlichen Schwefelhölzchen iſt äußerſt leicht. Man bildet die Hölzchen in Päckchen zuſammen und taucht ſie dann an beiden Enden in geſchmolzenen Schwefel ein. An jedem Zündhölzchen bleibt ein Tropfen Schwefel hängen, der beim Erkalten ſtarr wird.

124. Man wendet ferner den Schwefel an, um ſich mancherlei Abdrücke oder Abgüſſe zu machen. Will man eine Medaille in Schwefel abdrücken, ſo muß man dieſe mit Öhl beſtreichen, wieder leicht abtrocknen, und dann mit einem Bleibande umgeben oder ringsherum einen erhabenen Rand aus Wachs bilden. Man gießt hierauf in den kleinen dadurch entſtandenen ſchachtelartigen Raum, deſſen Boden die Vorderſeite der Medaille bildet, ſehr reinen undfeinen dünn angerührten Gyps. Man muß den Gyps ſehr langſam und ſorgfältig anrühren, um keine Gasblaſen in ſeine Maſſe zu bringen, welche den Guß entſtellen könnten. Sobald der Gyps erſtarrt iſt, löſt er ſich leicht von der Medaille ab und man hat ſo eine vertiefte Form. Durch ein ganz ähnliches Verfahren, indem man nämlich den geſchmolzenen Schwefel auf dieſe Form gießt, verſchafft man ſich Abgüſſe, welche der Medaille ſelbſt ganz ähnlich ſind. Man begreift wohl, daß man auch umgekehrt zu Werke gehen kann, indem man Schwefel auf die mit Öhl beſtrichene Medaille gießt und dadurch vertiefte Abgüße erhält, die man wiederum anwendet, um erhöhte Gypsabgüſſe zu machen. Noch iſt zu bemerken, daß der Schwefel während ſeinem Erſtarren ſich zuſammenzieht, dagegen aber der Gyps ſich ausdehnt; woraus hervorgeht, daß wenn man Gypsabgüſſe auf Schwefel oder Schwefelabgüſſe auf Gyps macht, die durch den einen Körper am Modelle hervorgebrachten Veränderungen, durch den andern wieder verbeßert werden. Es würde dies nicht Statt finden, wenn man ſich nur des Gypſes bediente und beſtändig Gyps auf Gyps abgöße.

Der Schwefel wird auch angewendet um das Eiſen in Steine einzukitten oder einzugießen.

Beim Verbrennen liefert er ſchweflichte Säure, und unter beſondern Umſtänden ſelbſt Schwefelſäure.

Man verbindet ihn mit Kali und Kalk, um die Schwefelverbindungen dieſer Stoffe darzuſtellen, welche in der Medizin angewendet werden; in Verbindung mit dem Queckſilber bildet er den Zinnober.

Endlich, und dieſe Benutzung iſt nicht die unwichtigſte, wird er zur Bereitung des Schießpulvers gebraucht, von dem er einen weſentlichen Beſtandtheil ausmacht.

Wir werden ſpäter auf alle dieſe Anwendungen wieder zurückkommen.

Schwefelwaſſerſtoffſäure.

(Synonyme: Hydrothionſäure, Schwefelwaſſerſtoff, geſchwefelter Waſſerſtoff, Schwefelleberluft, hepatiſche Luft. Lat. Acidum hydrothionicum, acidum hydrosulfuricum. Franz. acide hydrosulfurique.)

125. Eigenſchaften. Die Schwefelwaſſerſtoffſäure iſt ein farbloſes Gas; ihr Geruch und Geſchmack iſt dem der faulen Eier ähnlich und unerträglich ſtinkend. Das eigenthümliche Gewicht dieſes Gaſes iſt 1,1912, wenn das der Luft = 1 angenommen wird. Brennende Körper in daſſelbe gebracht, verlöſchen; das Lakmus wird ſchwach von ihm geröthet. Durch ſtarkes Zuſammenpreſſen und Erkälten wird es tropfbar flüßig.

Dieſes Gas wirkt ſo tödtlich, daß ein Grünling oder Sperling ſogleich in einer Atmosphäre ſtirbt, welche nur $\frac{1}{1500}$ davon enthält. Iſt $\frac{1}{800}$ von dieſem Gaſe mit athmosphäriſcher Luft gemiſcht, ſo reicht es ſchon hin, einen Hund von mittlerer Größe zu tödten; ein Pferd aber ſtirbt, wenn es einige Zeit Luft eingeathmet hat, welche $\frac{1}{250}$ deſſelben enthielt. Die Zufälle, welche dieſer Körper hervorbringen kann, wiederhohlen ſich ſogar häufig in den Laboratorien, obgleich man ſeine nachtheilige Wirkung bereits kennt; iſt man jedoch einigermaſſen vorſichtig, ſo können dieſelben immer vermieden

werden. Übrigens äußert das Chlor auf das Schwefelwaſſerſtoffgas eine ſo ſchnelle Wirkung, daß man daſſelbe in Nothfällen ſehr vortheilhaft anwenden kann, um die nachtheiligen Folgen des Letztern zu verhüten.

In der Rothglühhitze wird das Schwefelwaſſerſtoffgas zum Theil zerſetzt und Waſſerſtoff und Schwefel werden dadurch frei. Der Sauerſtoff oder die Luft, wenn beide trokken ſind, äußern bei gewöhnlicher Temperatur keine Wirkung auf daſſelbe; dagegen entzündet ſich das Gemenge, wenn es bis zum Rothglühen erhitzt wird, und bildet Waſſer und ſchweflichte Säure, ſo wie auch ſtets etwas Schwefelſäure. Wenn zu wenig Sauerſtoff vorhanden wäre, ſo würde ſich zwar immer noch Waſſer bilden, allein der Schwefel würde ſich dann unverbrannt abſetzen. Dieſer Fall tritt immer ein, wenn man das in einem Zylinderglaſe enthaltene Gas entzündet, wodurch daſſelbe den Sauerſtoff aus der umgebenden Luft anzuziehen genöthigt iſt. Die noch friſche, Sauerſtoff enthaltende Luft erneuert ſich zu langſam, um den Schwefel gänzlich zu verbrennen und in dieſem Falle erhält man zugleich Waſſer, ſchweflichtſaures Gas und Schwefel.

Das Schwefelwaſſerſtoffgas brennt mit blauer Flamme, ähnlich wie der Schwefel für ſich allein. Chlor, Brom und Jod zerſetzen das Schwefelwaſſerſtoffgas auf der Stelle; es bildet ſich nach dem Verhältniß, in welchem dieſe Stoffe zuſammenkommen, entweder Chlor- Brom- und Jodwaſſerſtoffſäure nebſt einer Ablagerung von Schwefel, oder auch wohl dieſelben Säuren, aber zugleich noch Chlor-, Brom- und Jod-Schwefel. Das Chlor wirkt ſo äußerſt ſchnell darauf ein, daß das beſte Mittel, eine mit Schwefelwaſſerſtoff verpeſtete Luft zu reinigen, darin beſteht, Chlorräucherungen zu machen, oder auch etwas wäſſrige Chlorauflöſung auf den Boden umher zu ſprengen. Die Luft wird dadurch augenblicklich gereinigt.

126. Zuſammenſetzung. Das Schwefelwaſſerſtoffgas enthält ein dem ſeinigen gleiches Volumen Waſſerſtoffgas. Es läßt ſich dies nachweiſen, wenn man das Gas mittelſt metalliſchem Zinn in einer gekrümmten Glasglocke behandelt. Hat man das Gas in die Glocke geleitet, ſo bringt man ei-

nige Gramme Zinn hinein, welches man hierauf eine halbe Stunde lang bis beinahe zur Rothgluth erhitzt. Gewöhnlich iſt dann alles Gas zerſetzt und es bleibt nur reiner Waſſerſtoff zurück. Das Zinn hat ſich zum Theil in erſtes Schwefelzinn verwandelt, welches mit dem angewendeten Zinnüberſchuß vermengt bleibt.

Da die Dichtigkeit des Schwefelwaſſerſtoffgaſes 1,1912 iſt, ſo bleibt, wenn man die des Waſſerſtoffes, nämlich 0,0688 davon abzieht, für das Gewicht des Schwefels 1,1224. Nimmt man an, das Atomgewicht des Schwefels ſey = 201,16, ſo würde die Dichtigkeit des Dampfes von dieſem Körper = 2,2650 ſeyn, wovon die Hälfte 1,1325 beträgt, welche Zahl der vorigen ziemlich gleich kommt. Man muß daraus ſchließen, daß die Schwefelwaſſerſtoffſäure zuſammengeſetzt iſt aus

1 At. Schwefel	201,15	oder auch	94,176
2 At. Waſſerſtoff	12,48		5,824
2 At. Schwefelwaſſerſtoffſäure	213,64		100,000

Man erſieht daraus, daß die Zuſammenſetzung dieſes Gaſes ähnlich der des Waſſerdampfes angenommen wird, nämlich aus 1 Maaß Waſſerſtoffgas und ½ Maaß Schwefeldampf, welche in ein einziges Maaß verdichtet ſind. Daß dieſe Zuſammenſetzung richtig iſt, kann auch aus andern Gründen ſtreng geſchloßen werden. Behandelt man die niedrigſten Schwefelungsſtufen oder erſten Schwefelverbindungen einiger Metalle wie z. B. des Natriums, des Kaliums u. ſ. w. durch Waſſer und ſtarke Säuren, namentlich durch Schwefelſäure, ſo wird das Waſſer zerſetzt und es bildet ſich ſchwefelſaures Natrum oder Kali, während zugleich reine Schwefelwaſſerſtoffſäure ſich entbindet. Da nun aber die bezeichneten Schwefelverbindungen 1 At. Metall und 1 Atom Schwefel enthalten und die gebildeten Metalloxyde aus 1 At. Metall und 1 At. Sauerſtoff beſtehen, ſo folgt daraus, daß die 2 At. Waſſerſtoff, welche von dem zerſezten Waſſer herrühren, mit dem einen Schwefelatom ſich verbinden müßen, welches in der Schwefelverbindung exiſtirt, um die Schwefelwaſſerſtoffſäure zu bilden.

127. **Metalle und Schwefelwaſſerſtoffſäure.** Die meiſten Metalle wirken auf dieſes Gas wie das Zinn,

nämlich bei einer mehr oder minder hohen Temperatur bemächtigen ſie ſich des Schwefels und das Waſſerſtoffgas wird frei.

Das Kalium und Natrium wirkt dagegen ganz anders. Sie bemächtigen ſich nicht bloß des Schwefels, der zu ihrer Verwandlung in Schwefelverbindungen nöthig iſt, entbinden ferner nicht allein genau eben ſo viel Waſſerſtoffgas, als ſie erzeugen, indem ſie das Waſſer behufs der Bildung der Oxyde zerſetzen, ſondern die ſo entſtandenen erſten Schwefelungsſtufen derſelben abſorbiren auch das nicht zerſetzte Schwefelwaſſerſtoffgas. Dieſe im unveränderten Zuſtande abſorbirte Gasmenge iſt wenigſtens beim Kalium gerade derjenigen gleich, welche zerſetzt worden; es geht auf ſolche Weiſe eine folgendermaſſen gebildete Verbindung daraus hervor:

1 At. Kalium }
1 At. Schwefel } = 1 At. Einfaches Schwefelkalium.
2 At. Waſſerſtoff }
1 At. Schwefel } = 2 At. Schwefelwaſſerſtoffſäure.

Nach der gegenwärtig herrſchenden Anſicht muß dieſe von Gay-Luſſac und Thénard entdeckte Verbindung als ſchwefelwaſſerſtoffſaures Schwefelkalium*) betrachtet werden, indem dieſer letzte Körper unter vielen Umſtänden die Rolle einer Baſis ſpielt.

128. Säuren und Schwefelwaſſerſtoffgas. Obſchon der Schwefel eine große Verwandtſchaft zum Waſſerſtoff beſitzt, der Sauerſtoff aber dem Schwefelwaſſerſtoff, der das Waſſer bei keiner Temperatur zerſetzen kann, im Gegentheil ſeinen Waſſerſtoff leicht entreißt und unter Mitwirkung des Waſſers ſelbſt bei gewöhnlicher Temperatur, ſo iſt doch leicht einzuſehen, warum die Sauerſtoffſäuren

*) S. Einleitung S. 22. (23. u. 24.) Es wird nämlich nach der von Berzelius zuerſt aufgeſtellten Anſicht dieſe Verbindung als ein Salz angeſehen, welches ſich von einem Sauerſtoffſalze nur dadurch unterſcheidet, daß in ihm der Schwefel die Rolle des Sauerſtoffs übernimmt und mit dem Waſſerſtoff die Säure, ſo wie mit dem Kalium die Baſis bildet, welche beiden ſich dann zu einem Schwefelſalze (ſo nennt Berzelius dieſe Verbindungen) vereinigen. S. Poggendorfs Annal. der Phyſ. u. Chem. Bd. 6. St. 4. A. u. E.

eine mehr oder minder ſchnelle Wirkung auf denſelben äuſſern, während dagegen die Waſſerſtoffſäuren keine Veränderung in ihm hervorbringen.

Die Chlor- Brom- und Jod-Säure zerſtören wirklich das Schwefelwaſſerſtoffgas ſehr ſchnell. Es wird hierbei anfangs ohne Zweifel Waſſer gebildet, und Schwefel, Chlor, Brom oder Jod werden frei, welche letztere Körper aber nachher wiederum ihrerſeits auf den Schwefel wirken, wenn nämlich die Einwirkung bei Ausſchluß des Waſſers ſtatt findet, wie wir dies ſpäter ſehen werden.

Was die übrigen Säuren betrifft, ſo werden wir ihre Wirkung auf den Schwefelwaſſerſtoff nach und nach in der Ordnung, in welcher wir ſolche ſelbſt kennen lernen werden, einer nähern Prüfung unterwerfen.

129. Bereitung. In den Laboratorien bereitet man das Schwefelwaſſerſtoffgas, indem man das Schwefelantimon (rohes Antimonium des Handels) mit flüſſiger Chlorwaſſerſtoffſäure in der Wärme behandelt. Man wendet hierzu eine ähnliche Vorrichtung an, wie diejenige iſt, welche zur Bereitung des Chlors dient (Taf. 4. Fig. 13. oder 2.) Das pulveriſirte Schwefelantimon wird in einen Kolben oder Ballon gebracht und hierauf fünf bis ſechsmal ſo viel Salzſäure darauf gegoſſen; das ſich entbindende Gas ſammelt man ſodann über Waſſer oder Queckſilber auf. Um es auf ſeine Reinheit zu prüfen, ſchüttelt man es in einem Glaſe mit etwas conzentrirter Kaliauflöſung; wird es gänzlich davon verſchluckt, ſo war es rein *). Man muß den Kolben langſam und gelinde erwärmen, um das Aufblähen und Überſteigen der Maſſe zu verhüten, welches ſonſt leicht ohne dieſe Vorſichtsmaßregel Statt haben würde.

Will man ſich Schwefelwaſſerſtoff in Waſſer aufgelöſt verſchaffen, ſo verfährt man auf dieſelbe Weiſe. Die Entbindungsflaſche wird dann mit einer Reihe von Woulf'ſchen Flaſchen (Taf. 4. Fig. 2.) verbunden. Die erſte davon ent-

*) Sollte aber im Gegentheil ein Rückſtand bleiben, ſo iſt dies gewöhnlich atmoſphäriſche Luft, womit das Gas leicht verunreinigt ſeyn kann, wenn man die erſten ſich entbindenden Antheile nicht fortgehen läßt. A. u. E.

hält etwas Schwefelkalium in Auflöſung, um die ſich vielleicht entbindende Salzſäure zu abſorbiren, und dafür zugleich auch aus dem Schwefelkalium noch Schwefelwaſſerſtoff zu entbinden. Auf dieſe Weiſe erhalten dann die folgenden Flaſchen nur reines Schwefelwaſſerſtoffgas. Man füllt dieſelben mit wohl ausgekochtem *) Waſſer ſo an, daß nur ein Fünftel vom inneren Raume leer bleibt, um die Gegenwart der Luft, ſo viel als möglich zu vermeiden. Die letzte Flaſche wird mit einer ſtarken Auflöſung von Chlorkalk angefüllt, welche ſchnell das vom Waſſer vielleicht nicht gänzlich abſorbirte Schwefelwaſſerſtoffgas verſchlucken würde.

Was bei der Erzeugung des Schwefelwaſſerſtoffgaſes auf dieſem Wege vorgeht, iſt ſehr leicht einzuſehen. Das Chlor der Chlorwaſſerſtoffſäure bemächtigt ſich des Antimons und bildet Chlorantimon, während der Waſſerſtoff dieſer Säure ſich mit dem Schwefel verbindet, um die Schwefelwaſſerſtoffſäure zu bilden. Folgendes iſt die Darſtellung der verwendeten und gebildeten Produkte in Atomen ausgedrückt:

Angewendete Atome.

1 Schwefelantimon	2216,38
12 Chlorwaſſerſtoffſäure	1365,36

Hervorgebrachte Atome.

6 Schwefelwaſſerſtoffſäure	640,92
2 Chlorantimon **)	2940,82

130. Um die Schwefelwaſſerſtoffſäure auf eine einfache und ökonomiſche Weiſe zu bereiten, muß man ſtets ſeine Zuflucht zur Behandlung der Schwefelmetalle durch Salzſäure oder Schwefelſäure nehmen. Diejenigen Schwefelmetalle, deren man ſich bis jetzt dazu bediente, ſind das Schwefelantimon und das erſte Schwefeleiſen. Das Schwefelantimon giebt, wie wir geſehen haben, ſehr reine Schwe-

*) Das Waſſer wird ausgekocht, um die in ihm gewöhnlich enthaltene Luft zu verjagen, deren Sauerſtoff in dieſem verdichteten Zuſtande ſchnell einen Theil des Schwefelwaſſerſtoffs ſo zerſetzen würde, daß ſich Waſſer bildet und Schwefel abgeſetzt wird. A. u. E.

**) Chlorantimon, welches aus 3 At. Chlor und 1 At. Antimon zuſammengeſetzt iſt. A. u. E.

felwaſſerſtoffſäure, allein es hat den Nachtheil durch ſehr conzentrirte Chlorwaſſerſtoffſäure in der Siedhitze nicht gänzlich zerſetzt zu werden.

Das erſte Schwefeleiſen, welches man auf trocknem Wege erhält *), wird durch Chlorwaſſerſtoffſäure und durch Schwefelſäure von mittlerer Stärke angegriffen; allein die Einwirkung dieſer Säuren geht langſam vor ſich, ſelbſt wenn man ſie durch Erwärmen begünſtigt und das Schwefelmetall ſehr fein pulveriſirt.

Gay-Luſſac und Thénard haben ſtatt dieſes Schwefeleiſens den ſogenannten Vulkan von Lemery angewendet; man bereitet ſich dieſe Verbindung, indem man Eiſenfeilſpähne, Schwefelblumen und Waſſer mit einander kocht. Der auf ſolche Weiſe erzeugte Brei verwandelt ſich, wenn er ſich ſelbſt überlaſſen wird, ſchnell in waſſerhaltiges erſtes Schwefeleiſen. Schwefelſäure, welche mit dem Vierfachen ihres Volumens Waſſer verdünnt wird, entbindet aus dieſem Gemiſche äußerſt leicht die Schwefelwaſſerſtoffſäure. Dieſes Mittel iſt ſehr gut und ließe nichts zu wünſchen übrig, wenn es möglich wäre, ſich leicht reine und ſehr feine Eiſenfeilſpähne zu verſchaffen; allein da diejenigen, welche man im Handel findet, beinahe immer roſtig oder zu grob ſind, ſo verhindert im erſten Falle das ſich dazwiſchen legende Eiſenoxyd einen Theil des Eiſens ſich mit dem Schwefel zu verbinden; im zweiten Falle dagegen dringt der Schwefel nicht in das Innere der groben Eiſenkörnchen und es findet gleichfalls nur eine unvollkommene Schwefelung Statt, indem zugleich die Maſſe beſtändig einen mit vielem Waſſerſtoff gemengten Schwefelwaſſerſtoff giebt, weil eine bedeu-

*) Man bereitet ſich nach Gahn dieſes Schwefeleiſen ſehr einfach, wenn man eine dünne Eiſenſtange weißglühend macht und in einen Schmelztiegel hält, in welchen man Schwefelſtücken gelegt hat. Sobald das weißglühende Eiſen in Berührung mit dem Schwefel kommt, ſchmilzt es und es bildet ſich das erſte Schwefeleiſen beſtehend aus 1 At. Eiſen und 1 At. Schwefel. Dieſe Verbindung eignet ſich vortrefflich zur Schwefelwaſſerſtoffbereitung dann, wenn ſolches langſam aber anhaltend entbunden werden ſoll. Man braucht zu dem Ende das geſchmolzene Schwefeleiſen nur in erbſengroße Stückchen zu zerſchlagen und mit verdünnter Schwefelſäure zu übergießen. Die Einwirkung findet in dieſem Falle bei gewöhnlicher Temperatur ſtatt. A. u. E.

tende Menge Schwefelſäure nutzlos verbraucht wird, die auf das freie Eiſen wirkt *) (11) Einige andere Schwefelverbindungen, bei deren Anwendung keiner dieſer Nachtheile Statt findet, wurden durch Berthier empfohlen. Man erhält aus ihnen ſehr leicht Schwefelwaſſerſtoff und Einige können ſelbſt dazu dienen dieſe Säure im Großen mit vieler Erſparniß zu bereiten, wenn ſolche mit Nutzen anzuwenden ſeyn würde.

131. Wenn man das gewöhnliche zweifache Schwefeleiſen (Schwefelkies) pulveriſirt und mit der Hälfte ſeines Gewichts trocknem kohlenſauren Natrum erhitzt, ſo erhält man eine doppelte Schwefelverbindung aus Eiſen und Natrium, welche in der Rothglühhitze vollkommen in Fluß geräth. Man kann dieſe Schwefelverbindung auf einen Stein oder eine kalte Gußeiſenplatte gießen, indem im Tiegel nur ein geringer Theil der Maſſe hängen bleibt, ſo daß jener wiederholt zu derſelben Operation dienen kann. Die Maſſe iſt gleichartig, von blättrigem Bruch und dunkelbronzegelber Farbe. Sie ſaugt viel Waſſer ein und bildet mit demſelben ſchnell einen ſchwarzen Teig, welcher dunkel Bouteillen grün an den Rändern erſcheint. Gießt man Schwefelſäure oder Salzſäure auf dieſen Teig, ſo entbindet ſich auf der Stelle eine ſehr bedeutende Menge Schwefelwaſſerſtoffſäure, welche von dem Schwefelnatrium und einem Theil des Schwefeleiſens herrührt; ein anderer Theil dieſes letztern bleibt zurück, und löſt ſich gleichfalls in Schwefelſäure oder beſſer noch in Salzſäure unter Entbindung von Schwefelwaſſerſtoffgas auf, allein es iſt hierzu die Anwendung von Wärme nöthig **). Unter allen Schwefelverbindungen iſt das Schwe-

*) Bei Bereitung des Schwefelwaſſerſtoffs aus erſtem Schwefeleiſen mit verdünnter Schwefelſäure findet die Einwirkung folgendermaſſen Statt: Das anweſende Waſſer wird zum Theil in ſeine Beſtandtheile zerlegt, der Waſſerſtoff deſſelben tritt an den Schwefel des Schwefeleiſens und bildet das freiwerdende Schwefelwaſſerſtoffgas, während der Sauerſtoff an das Eiſen ſich begiebt und Eiſenoxydul erzeugt, welches mit der anweſenden Schwefelſäure zu ſchwefelſaurem Eiſenoxydul oder gewöhnlichem Eiſenvitriol ſich verbindet, der hierbei als Rückſtand bleibt. A. u. E.

**) Es ſcheint uns die vorſtehende Methode am wenigſten praktiſch, weil man erſtlich weit einfacher den Schwefelkies, wenn derſelbe billig zu haben iſt, zur

felcalcium die geeignetſte zur Bereitung der Schwefelwaſſerſtoffſäure.

Daſſelbe giebt eine große Menge Schwefelwaſſerſtoff, denn 100 Theile dieſer Schwefelverbindung im reinen Zuſtande geben 46,8 von dieſer Säure. Daſſelbe löſt ſich ſo leicht und ſchnell in Salzſäure auf, daß man in einigen Augenblicken, ohne Wärme anzuwenden, ein ſehr beträchtliches Volumen dieſes Gaſes erhalten kann. Das Chlorcalcium, welches aus der Behandlung des Schwefelcalciums mittelſt Chlorwaſſerſtoffſäuren hervorgeht, bleibt wegen ſeiner großen Löslichkeit im Waſſer flüſſig, ſelbſt wenn man ſehr conzentrirte Säure anwendet. Es geht hieraus hervor, daß die Theilchen der Schwefelverbindung immer in unmittelbarer Berührung mit der Säure ſind, und deshalb ohne Schwierigkeit angegriffen werden können.

Endlich kann man ſich beinahe überall und auf ſehr wohlfeile Weiſe das Schwefelcalcium in großer Menge verſchaffen, weil es wenige Orte giebt, wo man nicht Gyps oder ſchwefelſauren Kalk äußerſt wohlfeil haben könnte *). Der ſchwefelſaure Kalk wird zuerſt durch Kohle bei einer Temperatur, welche die Weisglühhitze nicht überſchreiten darf, in Schwefelcalcium verwandelt. Die einzige weſentliche Bedingung, die zur vollſtändigen Reduktion erforderlich iſt, beſteht darin, daß das ſchwefelſaure Salz vorher aufs Feinſte pulveriſirt werde. Für den Gebrauch in Laboratorien, pulveriſirt man den Gyps und beutelt ihn durch ein

---

Schwefelwaſſerſtoffbereitung verwenden kann, wenn man ihn zuerſt heftig ausglüht und dadurch einen Theil Schwefel verjagt (119) ſo daß derſelbe, nun mit Säuren behandelt, ſehr leicht Schwefelwaſſerſtoff liefert; und zweitens weil der auf jene Weiſe erhaltene Rückſtand ein Gemenge von ſchwefelſaurem Natron und ſchwefelſaurem Eiſenoxydul nicht vortheilhaft mehr benützt werden könnte, abgeſehen davon, daß ſchon die Bereitung der Doppelſchwefelverbindung von Eiſen und Natrium koſtſpielig iſt. A. u. E.

*) In Sodafabriken erhält man große Maſſen von Schwefelcalcium beim Auslaugen der rohen Soda als Rückſtand, der freilich zugleich auch bisweilen noch etwas kohlenſauren Kalk enthält. Würde eine Beimiſchung von Kohlenſäure bei der Anwendung des Schwefelwaſſerſtoffs nichts ſchaden, z. B. bei Metallfällungen, ſo möchte wohl aus jenem Rückſtande die Schwefelwaſſerſtoffſäure am billigſten zu bereiten ſeyn. A. u. E.

feines Flor- oder Haar-Sieb; hätte man aber mit großen Maſſen zu thun, ſo würde es ökonomiſcher ſeyn, ihn auf Mühlſteinen zu mahlen und hierauf zu beuteln. Wenn man gewöhnlichen Gyps anwendet, der noch alles Kryſtalliſationswaſſer enthält, ſo muß man ihn mit ungefähr 15 pr. Cent. trocknem Kohlenpulver miſchen. Nimmt man dagegen waſſerfreien ſchwefelſauren Kalk (Anhydrit) oder gebrannten Gyps, ſo muß die Menge der zugeſetzten Kohle ungefähr 20 pr. Cent. betragen; man bringt das Gemenge in die Tiegel und erhitzt dieſe ein bis zwei Stunden lang in Windöfen. Auch kann man ſolche in einem Fayence- oder Porzellan-Ofen ſetzen. Bei der in dieſen Öfen Statt findenden Temperatur bleibt die Maſſe pulverförmig und greift die Schmelztiegel nicht an, welche auf dieſe Weiſe ſehr oft zu demſelben Zwecke wieder gebraucht werden können.

Wollte man Schwefelcalcium im Großen bereiten, ſo könnte man, um die Schmelztiegel zu erſparen, den gewöhnlichen Gyps mit Kohle und einer hinreichenden Quantität gebrannten mit Waſſer angerührten Gyps vermiſchen, um einen zähen Teig zu erhalten, woraus man ſodann Backſteine formen würde, welche nach Art der Thonbackſteine gebrannt werden müßten.

Man ſieht nun aus dem Vorhergehenden, daß, wenn reine Schwefelwaſſerſtoffſäure bereitet werden ſoll, man vorzugsweiſe die Doppelſchwefelverbindung von Eiſen und Natrium anwenden muß. Will man aber im Gegentheil Auflöſungen oder Verbindungen der Schwefelwaſſerſtoffſäure darſtellen, ſo müßte man lieber das erſte Schwefeleiſen dazu nehmen, welches eine langſame und gleichförmige Gasentbindung bewirkt, wenn man in der Kälte operirt, ein Umſtand, der ſehr vortheilhaft iſt, wenn es ſich darum handelt dieſes ſo wenig lösliche und mit ſehr ſchwacher Verwandtſchaft begabte Gas in Auflöſung oder Verbindung mit andern Körpern zu erhalten *).

*) Hätte man dieſes Gas im Großen in chemiſchen Fabriken zu bereiten, ſo muß man hier vorzüglich ökonomiſche Rückſichten nehmen und wohl erwägen, welche Methode die wohlfeilſte iſt. Namentlich möchten die fallenden Rückſtände hinſichtlich ihrer Anwendbarkeit hierbei auch in Betracht zu ziehen

Waſſerſtoffſchwefel.

(Synonyme. Hydrothionige Säure. Franz. **Hydrure de soufre, Soufre hydrogéné.**)

132. Die Schwefelwaſſerſtoffſäure iſt nicht die einzige Verbindung des Schwefels mit dem Waſſerſtoff, welche wir bereiten können. Wahrſcheinlich giebt es deren noch mehrere, allein ſie ſind nicht gasförmig, enthalten mehr Schwefel als der Schwefelwaſſerſtoff und ſind ſehr wenig beſtändig. Es exiſtirt unter denſelben eine Verbindung, welche unter dem Namen Waſſerſtoffſchwefel bekannt iſt. Prüft man die Theorie der Bereitung des Schwefelwaſſerſtoffgaſes näher, ſo kann man ſehr leicht einſehen, wie man dieſe Verbindung darſtellen kann. Wenn eine Schwefelverbindung durch eine mit Waſſer verdünnte Säure behandelt wird, und dieſelbe verwandelt ſich in ein Neutralſalz, während zugleich der Schwefel Schwefelwaſſerſtoffſäure bildet, ſo iſt es erforderlich, damit die Reaktion vollkommen ſtatt finde, daß die Schwefelverbindung dem Waſſerſtoff ſo viel Atome Schwefel abtrete, als dieſelbe Sauerſtoffatome aufnimmt, um das in ihr enthaltene Metall zu oxydiren. Wenn aber die Schwefelverbindung 2 oder 3 Atome Schwefel enthielte und das Metall nur ein Atom Sauerſtoff zu ſeiner Oxydation nöthig hätte, ſo würden die erhaltenen Produkte nothwendiger Weiſe von verſchiedener Art ſeyn.

Man würde in dieſem Falle außer dem Salze und der Schwefelwaſſerſtoffſäure noch 1 oder 2 Atome Schwefel als Überſchuß haben.

Wird dieſe Zerſetzung in der Kälte und vorſichtig bewirkt, ſo vereinigt ſich dieſer Schwefel mit den Elementen

---

ſeyn und beſonders die Wahl der anzuwendenden Säure beſtimmen müſſen. Wendet man z. B. Schwefelcalcium zur Bereitung des Schwefelwaſſerſtoffs an, ſo wäre es nicht gleich, ob man Schwefeſſäure oder Salzſäure zur Zerſetzung nähme, vorausgeſetzt, daß das von beiden Säuren nöthige Quantum ungefähr gleichen Werth hätte; denn im erſten Falle würde man ſchwefelſauren Kalk und im zweiten Chlorcalcium erhalten, welches Letztere wiederum zu mancherlei Zwecken zu verwenden wäre, während erſteres beinahe werthlos iſt. Durch ähnliche Betrachtungen muß ſich der rationelle chemiſche Fabrikant bei der Wahl ſeiner Stoffe und deren Behandlung leiten laſſen. A. u. E.

der Schwefelwaſſerſtoffſäure, und es bildet ſich dadurch eine tropfbarflüſſige Verbindung. Da man nun verſchiedene Schwefelungsſtufen eines und deſſelben Metalls kennt und nur eine davon Schwefelwaſſerſtoffſäure liefern kann, ſo ſollte Jede der Übrigen einen beſondern Schwefelwaſſerſtoff geben. Man kennt jedoch nur einen einzigen dieſer Schwefelwaſſerſtoffe, und zwar den, der durch die Einwirkung einer Säure auf ein Schwefelmetall entſteht, welches fünfmal ſo viel Schwefel enthält, als diejenige Schwefelverbindung, welche das reine Schwefelwaſſerſtoffgas giebt.

133. Zuſammenſetzung. Aus dem Vorhergehenden erſieht man, daß der gewöhnliche Waſſerſtoffſchwefel aus aus 2 Atomen Waſſerſtoff und 5 Atomen Schwefel beſteht oder auch aus 2 At. Schwefelwaſſerſtoffſäure und 4 At. Schwefel, nämlich

2 At. Waſſerſtoff	12,48	oder	1,23
5 At. Schwefel	1005,80		98,77
	1018,28		100,00

134. Die bequemſte Art, dieſen Körper zu bereiten, beſteht darin, daß man 1 At. erſtes Schwefelkalium in Waſſer auflöſt, 4 At. Schwefelblumen hinzufügt, und die Auflöſung, die man bisweilen umrührt, ſo lange erwärmt bis der Schwefel gänzlich aufgelöſt iſt *). Man läßt hierauf die Flüſſigkeit erkalten, gießt ſolche dann tropfenweiſe in ein Zylinderglas, welches Waſſer mit ſo viel Salzſäure gemiſcht enthält, daß, nachdem alles Kalium in Chlorkalium verwandelt worden, noch ein ſehr beträchtlicher Überſchuß von Säure vorhanden iſt. Während man das Schwefelkalium zugießt, muß man die Flüßigkeiten beſtändig untereinander rühren. Es entbindet ſich kaum eine Spur von Schwefelwaſſerſtoffſäure, dagegen fällt eine öhlige Flüſſigkeit nieder, welche ſich am Boden des Glaſes anſammelt und Waſſerſtoffſchwefel iſt. Nachdem ſich alles abgeſetzt hat, trennt man die

*) Statt dieſes ſo bereiteten fünffachen Schwefelkaliums kann man auch 1 Theil Ätzkalk, mit 1 Theil Schwefelblumen und 12 Theilen Waſſer, welche eine Stunde lang mit einander gekocht werden, anwenden, indem man dieſe Miſchung auf gleiche Weiſe, wie folgt, mit Salzſäure behandelt. A. u. E.

darüberſchwimmende ſalzige Flüſſigkeit davon und bringt den erhaltenen Waſſerſtoffſchwefel in ein mit eingeriebenen Glasſtöpſel verſehenes Glasfläſchchen, welches man umſtürzt, und an einem kühlen Orte aufbewahrt.

Folgendes ſind die Erzeugniße dieſer Wechſelwirkung:

1 Kalium 5 Schwefel } = 1493,71		1 Chlorkalium 930,55
4 Chlorwaſſerſtoffſäure 455,12		1 Waſſerſtoffſchwefel 1018,28

135. Eigenſchaften. Der Waſſerſtoffſchwefel iſt ein wenig gekannter Körper. Bei gewöhnlicher Temperatur iſt er flüſſig; ſein Geruch und Geſchmack hat viel Ähnlichkeit mit dem der faulen Eier. Er iſt ſpecifiſch ſchwerer als das Waſſer und ſcheint unauflöslich in dieſer Flüſſigkeit zu ſeyn. Mit einem brennenden Körper in Berührung gebracht, entzündet er ſich und wird durch die Verbrennung in Waſſer und ſchweflichte Säure umgewandelt. Unter gewöhnlichem Luftdrucke ſich ſelbſt überlaſſen, zerſetzt er ſich in Schwefelwaſſerſtoffſäure, welche ſich entbindet und in Schwefel, der ſich in Geſtalt grauer Klümpchen abſetzt. Dieſe Erſcheinungen zeigen ſich ſchneller, wenn man die Temperatur erhöht. Schließt man ihn in ein wohl verkorktes Glasfläſchchen ein, ſo findet zwar auch immer eine theilweiſe Zerſetzung ſtatt, allein der durch die entbundene Schwefelwaſſerſtoffſäure ausgeübte Druck, ſchützt den Reſt gegen weitere Zerſetzung.

Die merkwürdigſte Eigenſchaft dieſes Körpers beſteht in der Beſtändigkeit, welche derſelbe durch die Berührung mit ſtarken Säuren erlangt. In dieſer Hinſicht findet eine auffallende Annäherung zwiſchen dem Waſſerſtoffſuperoxyd und dem Waſſerſtoffſchwefel ſtatt, welcher eine wahre Superſchwefelverbindung iſt. Es iſt nicht unwahrſcheinlich, daß man durch genaue Vergleichung dieſer beiden Körper noch andere Ähnlichkeiten auffinden wird. Man weiß bereits ſchon, daß die alkaliſchen Schwefelverbindungen ihn auf gleiche Weiſe zerſetzen, wie die alkaliſchen Oxyde das Waſſerſtoffſuperoxyd.

Man ſieht übrigens leicht daraus, daß die Sauerſtoffſäuren mehr oder weniger kräftig auf dieſen Körper einwirken können, indem ſie entweder ihren Sauerſtoff ganz oder theilweiſe verlieren und dadurch jenen in Waſſer und ſchweflichte Säure oder Schwefelſäure verwandeln. Aus letztern Betrachtungen iſt erklärlich, warum man Behufs ſeiner Bereitung oder Aufbewahrung die Anwendung von Chlorwaſſerſtoffſäure empfiehlt, und warum es nöthig iſt, die Schwefelverbindung, welche zu ſeiner Darſtellung angewendet wird, in die Säure auf ſolche Weiſe zu gießen, daß das Produkt niemals in Berührung mit der unzerſetzten Schwefelverbindung kommen kann.

Schweflichte Säure.

(Synonyme. Unvollkommene Schwefelſäure, flüchtige Schwefel- oder Vitriol-Säure, vitriolſaure Luft. Lat. Acidum sulphurosum. Franz. Acide sulfureux.)

136. Eigenſchaften. Dieſe Säure iſt gasförmig und farblos; ihr Geſchmack iſt ſtark und unangenehm; ihr Geruch ſtechend und allgemein bekannt, da es der Geruch des brennenden Schwefels iſt; ſie reizt zum Huſten, zieht die Bruſt zuſammen und erſtickt die Thiere, welche ſie athmen. Anfänglich röthet dieſe Säure die Lakmustinktur, allein nach einiger Zeit nimmt dieſe die Farbe eines blaßgelben Weines an. Ihr ſpezif. Gewicht iſt 2,234. Sie wird bei keinem Hitzgrade zerſetzt. Eine Kälte von 20° c. unter Null reicht hin, um ſie flüſſig zu machen; auch durch angewandten Druck kann ſie leicht in eine tropfbare Flüſſigkeit verwandelt werden. Die auf ſolche Weiſe tropfbar flüſſig gemachte ſchweflichte Säure iſt farblos und beſitzt ein Eigengewicht von 1,45. Sie ſiedet ſchon bei 10° unter Null und erzeugt durch ihre Verdampfung eine ſo beträchtliche Kälte daß ein Thermometer, deſſen Kugel mit Baumwolle umgeben iſt, welche mit ſchweflichter Säure getränkt worden, in freier Luft bis auf — 57° und ſelbſt auf — 68° herabſinkt, wenn man die Verflüchtigung der Säure dadurch begünſtigt, daß man das Thermometer unter den Recipien-

ten der Luftpumpe mit einem Gefäß bringt, welches feuchtes Kali enthält. Sie verbindet ſich weder mit dem reinen Sauerſtoff, noch mit dem der Luft, bei welcher Temperatur man auch den Verſuch anſtellen mag.

Die ſchweflichte Säure wirkt in der Kälte auf keinen brennbaren Körper, ausgenommen, etwa auf das Kalium und Natrium, wenn es eine Zeitlang damit in Berührung iſt. Dagegen zeigt es auf eine gewiſſe Anzahl dieſer Körper mit Beihülfe der Wärme eine Einwirkung. In der Rothglühhitze und ſelbſt noch darunter wird die ſchweflichte Säure durch Waſſerſtoff zerſetzt. Es bildet ſich Waſſer und der Schwefel wird frei. Iſt die Temperatur nicht zu hoch und das Waſſerſtoffgas im Überſchuß vorhanden, ſo bildet ſich außerdem auch Schwefelwaſſerſtoffſäure.

Chlor, Brom und Jod wirken nicht auf trocknes ſchweflichtſaures Gas; aber unter Mitwirkung des Waſſers verwandeln dieſe drei Körper daſſelbe ſchnell in Schwefelſäure und bilden ſelbſt Waſſerſtoffſäuren, indem nämlich das Waſſer hierbei zerſetzt wird durch die doppelte Wahlanziehung der ſchweflichten Säure zum Sauerſtoff und dieſer Körper zum Waſſerſtoff.

Die ſchweflichte Säure zerſetzt die Chlor-, Brom- und Jod-Säure; es bildet ſich hierbei Schwefelſäure und Chlor, Brom oder Jod. Die ſchweflichte Säure und die trockne Schwefelwaſſerſtoffſäure wirken nur ſchwach auf einander, allein mit Beihülfe des Waſſers findet ſchnell eine Reaktion Statt. Zwei Volumen Schwefelwaſſerſtoff und ein Volumen ſchweflichte Säure zerſetzen ſich gänzlich und es entſteht Waſſer und Schwefel. Dagegen zeigen die ſchweflichte Säure und Jodwaſſerſtoffſäure keine Einwirkung auf einander, wenn beide im Waſſer aufgelöſt ſind, aber werden ſie im gasförmigen Zuſtand zuſammengebracht, ſo findet ſogleich eine wechſelſeitige Zerſetzung Statt; es bildet ſich hierbei Jod und Schwefel, die wahrſcheinlich eine Verbindung mit einander eingehen und außerdem Waſſer. Ein ähnliches Verhalten zeigt ſich zwiſchen ſchweflichter Säure und Chlorwaſſerſtoffſäure; aufgelöſt im Waſſer, verändern ſich beide nicht; dagegen trocken zerſetzen ſie ſich ſchnell, wenigſtens wenn man

über Queckſilber den Verſuch anſtellt. Dieſe ſonderbaren Erſcheinungen haben die Aufmerkſamkeit der Chemiker noch nicht genug erregt, um aus einer weitern Beſprechung der Urſachen derſelben Nutzen hoffen zu dürfen.

137. Zuſammenſetzung. Die ſchweflichte Säure iſt aus einem Maaß Sauerſtoff und einem halben Maaß Schwefeldampf, welche beide in ein Maaß verdichtet ſind, zuſammengeſetzt. Man beweiſt dies, wenn man Zinnober in einer gekrümmten Glocke (Tafel 3. Fig. 4.) welche 100 Theile Sauerſtoff enthält, verbrennt; das Queckſilber wird frei und es bleiben 97 bis 98 Theile ſchweflichte Säure ſtatt der 100 Theile Sauerſtoff zurück, was wahrſcheinlich von etwas Waſſer herrührt, welches ſich im Schwefel des Zinnobers befindet. Wollte man hierzu gewöhnlichen Schwefel anwenden, ſo würde der Verluſt beträchtlicher ſeyn, denn man weiß, daß dieſer beſtändig Waſſerſtoff enthält. Da ſich die Gaſe ſtets in einfachem Verhältniß mit einander verbinden, ſo nimmt man an, daß 100 Theile Sauerſtoff 100 Theile ſchweflichte Säure geben. Wenn man nach dieſer Annahme, indem die Dichtigkeit der ſchweflichten Säure 2,234 iſt, davon 1,1026 oder die Dichtigkeit des Sauerſtoffgaſes abzieht, ſo findet man 1,1314, eine Zahl, welche ſich 1,1325 oder der halben Dichtigkeit des Schwefeldampfes ſehr nähert. Die ſchweflichte Säure iſt folglich dem Gewichte nach zuſammengeſetzt aus

1 At. Schwefel	201,16	oder auch	50,14
2 At. Sauerſtoff	200,00		49,86
2 At. ſchweflichte Säure	401,16		100,00

138. Bereitung. Die Methoden, welche man zur Bereitung dieſes Gaſes anwendet, ſind verſchieden nach dem Gebrauche, welchen man von demſelben macht. Man kann ſie jedoch auf drei Hauptverfahrungsarten reduziren. In den Laboratorien bereitet man ſich dieſelbe rein, indem man der Schwefelſäure durch Metalle einen Theil ihres Sauerſtoffs entzieht. Gewöhnlich zieht man zu dieſem Zwecke das Queckſilber vor, da die Reaktion am leichteſten zu regeln iſt. Zu techniſchen Zwecken und in dem Falle, wo die Säure nicht rein zu ſeyn braucht, entzieht man der Schwefelſäure

mittelſt Holz einen Theil Sauerſtoff oder verbrennt ganz einfach den Schwefel vermittelſt des Sauerſtoffs der Luft. Letztere Art, die billigſte von allen, wird häufig angewendet um thieriſche Stoffe zu bleichen und in der Medizin zur Behandlung von Hautkrankheiten und namentlich der Krätze.

Wir wollen nun dieſe Verfahrungsarten und zugleich ihre Anwendbarkeit näher unterſuchen.

139. Man erhält alſo, wie bereits erwähnt, das ſchweflichtſaure Gas, wenn man die käufliche Schwefelſäure mit Queckſilber behandelt; es wird hierbei außer dieſer Säure, die ſtets gasförmig erſcheint, auch ſchwefelſaures Queckſilber-Oxydul und Oxyd gebildet, welches ſich als weißes kryſtalliniſches Pulver präcipitirt. Es theilt ſich demzufolge bei dieſer Operation die Säure in 2 Theile, der erſte giebt ein Drittheil ſeines Sauerſtoffs an das Queckſilber ab, und wird ſchweflichte Säure, während der andere ſich mit dem oxydirten Queckſilber verbindet und ſchwefelſaures Queckſilber bildet. Um dieſe Operation vorzunehmen, bringt man 1 Thl. Queckſilber und 6 bis 7 Thl. Säure in einen Glaskolben, der anderthalbmal ſo viel als dieſe beiden Stoffe dem Volumen nach ausmachen, faſſen kann, und paßt in den Hals des Kolbens eine gekrümmte Glasröhre, welche unter eine mit Queckſilber gefüllte Glasflaſche reicht. (Tafel 4. Fig. 13.) Hierauf erhitzt man die Flüſſigkeit, bis ſie zu ſieden anfängt und die ſchweflichte Säure ſich entbindet. Man erkennt, daß die Luft des Gefäßes ausgetrieben und die Säure nun rein iſt, wenn ſich dieſelbe vollkommen im Waſſer auflöſt. 30 Gramme Queckſilber erzeugen ſehr leicht mehrere Liter ſchweflichtſaures Gas.

Um eine richtige Theorie dieſer Operation feſt zu ſtellen, muß man zwei Fälle in Betracht ziehen, und zwar den, wo ſich ſchwefelſaures Oxydul, und den, wo ſich ſchwefelſaures Oxyd bildet. Der Ausdruck für letztern iſt:

Angewendete Atome.

2 Queckſilber	1265,80
2 trockne Schwefelſäure	1002,32

Hervorgebrachte Atome.

2 ſchweflichte Säure	401,16
1 ſchwefelſaures Queckſilberoxyd	1866,96

Im erſten Falle würde man dagegen haben

Angewendete Atome

4 Queckſilber	2531,60
2 trockne Schwefelſäure	1002,32

Hervorgebrachte Atome

2 ſchweflichte Säure	401,16
1 ſchwefelſaures Queckſilberoxydul	3132,76

Man kann nämlich gegen 4 At. Queckſilber nach Belieben 2 oder 4 At. ſchweflichte Säure erhalten. Der erſte Fall findet Statt, wenn man Queckſilber im Überſchuß nimmt; der zweite dagegen, wenn man überſchüſſige Säure anwendet. Da dieſe viel weniger als das Queckſilber koſtet *), ſo iſt es vortheilhafter, ſie nicht zu ſparen, und die zuerſt angegebenen Proportionen ſind dann auf die Vorausſetzung gegründet, daß man das Queckſilber in Oxyd verwandeln will.

140. Will man ſich die ſchweflichte Säure in Waſſer aufgelöſt verſchaffen, oder zur Bereitung der ſchweflichtſauren Salze anwenden, ſo zerſetzt man wohl auch die Schwefelſäure, allein ſtatt Queckſilber wendet man, um derſelben den Sauerſtoff theilweiſe zu entziehen, Holz an. Das Holz wirkt vermöge des in ihm enthaltenen Kohlenſtoffs auf ſolche Weiſe, daß die angewendete Schwefelſäure ganz in ſchweflichte Säure verwandelt wird, während der frei gewordene Sauerſtoff mit dem Kohlenſtoff Kohlenſäure bildet. Die am meiſten hierzu geeignete Vorrichtung iſt Tafel 4. Fig. 1. dargeſtellt; man bringt in den Kolben Sägeſpäne, übergießt ſie mit konzentrirter Schwefelſäure und erhitzt gelinde. Das

*) Viel minder koſtſpielig als Queckſilber iſt Kupfer, welches zur Bereitung des reinen ſchweflichtſauren Gaſes gerade ſo wie jenes angewendet werden kann und daher den Vorzug verdient. Man nimmt dann Kupferfeilſpäne oder noch beſſer dünnes Kupferblech in kleinen Stücken und behandelt es auf die eben angezeigte Weiſe mit Schwefelſäure. Statt 2 At. Queckſilber = 1265,8 nehme man dann 1 At. Kupfer = 395,69, woraus man leicht erſehen kann, wie viel billiger die Bereitung mittelſt Kupfer iſt. Es wird in dieſem Falle ſchwefelſaures Kupferoxyd gebildet. A. u. E.

Gas entbindet ſich in großer Menge, und da, wenn die gehörigen Proportionen angewendet werden, ſich die Säure und das Holz ganz in ſchweflichte Säure, Kohlenſäure und Waſſer verwandeln können, ſo ſieht man leicht ein, daß der Apparat gewiſſermaſſen beſtändig aufgeſtellt bleiben kann. Iſt das Holz ganz verzehrt, ſo fügt man neues hinzu und mangelt dagegen Säure, ſo gießt man wieder Neue nach; man braucht hierbei alſo weder einen Rückſtand herauszunehmen, noch ſonſt eine Abänderung am ganzen Apparate zu machen. Da das Holz hier bloß mittelſt ſeines Kohlenſtoffs wirkt, ſo ſind die Produkte leicht zu beſtimmen.

Angewendete Atome.

1 Schwefelſäure	501,16
1 Kohlenſtoff	37,66

Hervorgebrachte Atome

2 ſchweflichte Säure	401,16
1 Kohlenſäure	137,66

Es geht hieraus hervor, daß man den dritten Theil des Sauerſtoffs, der in der Schwefelſäure enthalten iſt, verliert, und daß, wenn man denſelben auch in ſchweflichte Säure verwandeln könnte, man den doppelten Vortheil haben würde, erſtlich das Gas rein und zweitens in größerer Menge zu erhalten. Wir werden ſpäter ſehen, daß der Schwefel mit Hülfe der Wärme die Schwefelſäure in ſchweflichte Säure verwandeln kann, indem er ſelbſt zugleich dieſe Verwandlung erleidet. Der niedrige Preis des Schwefels könnte dieß Verfahren ſehr anwendbar machen, wenn dieſer Körper nicht bei einer Temperatur ſchmelzen würde, die niedriger iſt als diejenige, welche zu dieſer Reaktion erfordert wird. Dieſer Umſtand macht die Operation ſehr ungeſtüm und ſchwer zu regeln.

Die Gegenwart der Kohlenſäure iſt übrigens nicht ſehr ſchädlich, denn ſey es, daß man entweder die ſchweflichte Säure in Waſſer auflöſen will, oder daß man den Zweck hat, ſie mit ſalzfähigen Baſen zu verbinden, ſo lehrt die Erfahrung, daß das anfänglich durch das Waſſer oder die Salzbaſen abſorbirte, kohlenſaure Gas, nachher in dem Maaße wieder ausgetrieben wird, als das ſchweflichtſaure Gas in

hinreichender Menge hinzukommt, um die Sättigung zu vollenden.

Die Erfahrung beweiſt ferner, daß das ſchweflichtſaure Gas ſtets durch Spuren von Schwefelſäure verunreinigt iſt, welche man nur mit Mühe von ihm entfernen kann. Man bringt in die erſte Flaſche des Woulf'ſchen Apparates etwas Waſſer, um das Gas zu waſchen, oder noch beſſer eine Auflöſung von ſchweflichtſaurem Natron oder Kali, um die Schwefelſäure, welche durch die Gaſe fortgeriſſen wird, zurückzuhalten. Die folgenden Flaſchen enthalten das Waſſer oder die Salzbaſen, welche geſättigt werden ſollen. Die Operation wird fortgeſetzt, bis das ſchweflichtſaure Gas durch den Apparat geht, ohne verſchluckt zu werden.

141. Soll die ſchweflichte Säure entweder zum Bleichen thieriſcher Stoffe oder bei Behandlung der Krätze oder auch zur Fabrikation der Schwefelſäure angewendet werden, ſo bereitet man ſie immer durch Verbrennen des Schwefels auf Koſten des Sauerſtoffs der atmosphäriſchen Luft. Hier wollen wir nur die beiden erſten Fälle näher unterſuchen; auf den dritten werden wir bei der Schwefelſäurefabrikation zu ſprechen kommen.

142. Die Anwendung der ſchweflichten Säure beim Bleichen geſchieht gewöhnlich auf eine rohe Weiſe. Man richtet hierzu eine Kammer von angemeſſener Größe ein, und bringt die Stangen hinein, an welche die zu bleichenden Stoffe aufgehangen werden; man verſtreicht die Spalten oder Ritzen der Decke und der Wände genau und bedeckt den Boden ſorgfältig mit Eſtrich, um ein Entweichen oder eine Abſorption des Gaſes zu verhindern *). Nachdem die angefeuchteten Stoffe auf die Stangen gebracht worden, ſezt man eine Schüßel mit brennendem Schwefel in die Kammer. Man ſchließt die Thüre, verſtreicht die Fugen mit fettem Thon oder Letten und überläßt die Operation ſich ſelbſt. Der Schwefel verwandelt ſich in ſchweflichtſaures Gas, indem er ſich mit dem Sauerſtoff der in der Kammer be-

*) Gyps würde ſich hierzu am beſten eignen, da dieſer nicht durch die Säure angegriffen wird. A. u. E.

findlichen Luft verbindet; die gebildete Säure, welche durch das Waſſer der angefeuchteten Stoffe verdichtet wird, wirkt nun auf den Farbſtoff ein, der zerſtört werden ſoll, und es bleibt zuletzt noch ein beträchtlicher Säureüberſchuß in der Kammer. Nach 24 Stunden öffnet man die Thüre, die Luft der Kammer erneuert ſich nun, und alle übrig gebliebene Säure geht dabei verloren. Sobald man in die Kammer gehen kann, nimmt man die Stoffe heraus. Am folgenden Beiſpiel wird man ſehen, wie dieſe Arbeit vervollkommnet werden könnte, wenn man beſtändig zu fabriziren hätte. Wir werden auf dieſen Gegenſtand wieder zurückkommen, wenn von dem Bleichen der thieriſchen Stoffe ſelbſt die Rede iſt. Für jetzt genügt es, noch hinzuzufügen, daß die Menge des anzuwendenden Schwefels ſich nach dem Gewichte dieſer Stoffe und nach ihrer Färbung richtet, welche man bloß dem Anſehen nach ſchätzt.

145. Glauber hatte ſchon im Jahr 1659 die Wirkſamkeit der Bäder von ſchweflichter Säure bei Behandlung der Krätze angedeutet und ſpäter hatten andere Schriftſteller dieſe Idee zu verſchiedenen Zeiten wieder vorgebracht, allein die glückliche Ausführung derſelben nahm eigentlich in den letzten Jahren erſt ihren Anfang. Im Jahre 1813 verſuchte Hr. Galès, Apotheker der Krankenhäuſer zu Paris, deren Anwendung, allein ſein äußerſt unvollkommnes, koſtſpieliges und unbequemes Verfahren würde verworfen und vergeſſen worden ſeyn, wäre nicht Hr. d'Arcet durch einen glücklichen Zufall veranlaßt worden, dieſe Sache näher zu unterſuchen. Dieſer Gelehrte erkannte ſchnell die Umſtände, welche deren Anwendung ſchwierig und unbequem machten und ließ hierauf ſo vollkommene Apparate einrichten, daß nichts zu wünſchen übrig blieb. Die Behandlungen wurden von nun an leicht und ſchnell ausführbar und ſo wohlfeil, daß es für das öffentliche Wohl von beſonderem Intereſſe ſeyn muß, die Kenntniß dieſer Apparate zu verbreiten.

Im Durchſchnitt reichen zehen Räucherungen zur Heilung eines gewöhnlichen Krätzkranken hin; jede dieſer Räu-

cherungen kommt in einem Apparate von 12 Plätzen auf 4 Centimen, nämlich: ½ Cent. für den Schwefel und 3½ Cent. für Brennmaterial; in einem einfachen Apparat koſtet es 5 Cent. nämlich: 1 Cent. für Schwefel und 4 Cent. für Brennmaterial. Die ganze Behandlung eines Kranken kommt alſo auf 40—50 Cent. *) höchſtens.

Die Einrichtung der Apparate iſt nicht koſtſpielig, denn ein einfacher koſtet nur 350 Franken und ein Apparat mit 12 Plätzen kommt nicht höher als auf 1500 Franken.

Es iſt nunmehr außer Zweifel, daß dieſe Räucherungen ein ſicheres Heilmittel entweder gegen die Krätze oder gegen verſchiedene andere Hautkrankheiten ſind. Übrigens iſt die v. Hr. d'Arcet eingeführte Vorrichtung ſo trefflich ausgeſonnen, daß man ſie ohne Bedenken bei allen Gelegenheiten anwenden kann, wo man die Kranken der Wirkung eines Gaſes oder anderer Dämpfe ausſetzen will. Dieſe Betrachtungen beſtimmen uns auch, eine recht genaue Beſchreibung von der Einrichtung und der Anwendung dieſer Apparate zu geben.

144. Im Krankenhauſe St. Louis zu Paris ſind zum Behufe der Behandlung der Hautkrankheiten zwei Apparate dieſer Art eingerichtet. Ich beginne mit der Erklärung desjenigen, welcher nur für eine Perſon beſtimmt iſt, und werde dann die Beſchreibung des zweiten folgen laſſen, welcher zwölf Perſonen zugleich aufnehmen kann und der recht genau beſchrieben werden muß, um die Reihenfolge und die Leitung der beim Gebrauche dieſes großen Räucherungskaſtens Statt findenden Operation gehörig verſtehen zu können.

Tafel 9.

Fig. 1. ſtellt den Grundriß eines Räucherungskaſtens mit einem einzigen Platze dar.

a, runde Öffnung, durch welche der Kopf des Kranken hervorragt.

---

*) Ein Centime, wovon 100 einen Franken machen, iſt ungefähr 1 Pfennig leichte Münze, mithin koſtet das zu einer ganzen Behandlung nöthige Material nur ungefähr 12—14 Kreuzer in Paris. A. d. Ue.

b c d e, obere Anſicht des Kaſtendeckels. Dieſer Deckel öffnet ſich mittelſt eines Scharniers, nimmt bei der Linie **b d** ſeinen Anfang und geht bis auf das emporſtehende Stück **f g**, auf welchem er ruht, wie dieß an Fig. 4. zu ſehen iſt.

h, Querdurchſchnitt des Rohres, durch welches der Rauch des Feuers, gemengt mit dem vom Apparate fortgehenden Gaſen, abzieht.

i k, Zugröhren, welche beſtimmt ſind, die im Kaſten befindlichen Gaſe in das mit dem Heitzraum in Verbindung ſtehende Rohr **h** zu leiten. Die in den Röhren **h i k** befindlichen Klappen ſind beſtimmt, den Zug dieſer Röhren zu reguliren.

l l, ſind kapſelförmige Deckel von Eiſenblech, welche die beiden Öffnungen verſchließen, durch welche man auf die eiſerne heiße Platte **m m** Fig. 3. u. 4. die Stoffe wirft, welche man in Gas, Dampf oder Rauch verwandeln will, um ſolche dann mit dem im Kaſten befindlichen Kranken in Berührung zu bringen. Die eigentliche Einrichtung dieſer Deckel iſt in der Fig. 11. ſichtbar. Die Fig. 9. ſtellt einen dieſer Deckel dar, der mit einem Trichter und Hahn verſehen iſt, deren Zweck wir ſpäter kennen lernen werden.

Fig. 2. iſt der Aufriß des einfachen Apparates, von der Seite im Punkte **M** der Fig. 1. betrachtet.

n viereckige Blechkapſel zum Verſchließen der Öffnung, durch welche die Pfanne aus Eiſenblech Fig. 6, 7. u. 8. auf die Eiſenplatte **m m** Fig. 3. u. 4. hineingeſchoben wird.

o, Thüre, welche zum Heitzraum führt, der beſtimmt iſt, die eiſerne Platte **m m** zu erhitzen und ſo die Temperatur im Kaſten auf den erforderlichen Grad zu bringen.

p, Thüre des Aſchenfalles.

q, Stufe, beſtimmt zum Hinabſteigen in den tiefern Raum, wo ſich die Feuerſtelle befindet.

r, Boden des Zimmers.

i, Aufriß der einen von den beiden Zugröhren, welche den Zug im Apparate herſtellen ſollen.

h, Hauptrohr, welches zum Abzuge der aus dem Kaſten kommenden Gaſe und des vom Heitzraum **z**, Fig. 3. u. 4. aufſteigenden Rauches beſtimmt iſt.

g, Stütze, an welche der Deckel des Kaſtens, nachdem er geöffnet worden, ſich anlehnt, wie in g Fig. 4. angedeutet iſt.

1, Vorreiber der ſenkrecht angebrachten Thüre, welche den Apparat von vorne ſchließt und durch welche der Kranke hinein geht; man ſieht die Einrichtung dieſes Vorreibers genau an 1, Fig. 3.

Fig. 3. Durchſchnitt des Räucherungkaſtens nach der Linie AB Fig. 1. vom Punkte D dieſer Tafel geſehen; man ſieht daran den Durchſchnitt des Roſtes im Heitzraum z, den der Eiſenplatte mm, den Durchſchnitt der beiden Öffnungen, die durch die Blechdeckel ll Fig. 1. verſchloſſen ſind und endlich den Durchſchnitt der Öffnung n, welcher darſtellt, wie die Blechpfanne auf die Eiſenplatte mm gebracht wird.

Das mit dem Heitzraume in Verbindung ſtehende Rohr h und die Zugröhren i u. k ſind im Innern des Apparates punktirt gezeichnet, um ihre Einrichtung daraus zu erſehen. Das Rohr h ſteht mit der Mündung auf der Eiſenplatte m, die an dieſem Punkte durchbohrt iſt, und nimmt daſelbſt den Rauch des Feuers auf, wie bei m' Fig. 4. zu erſehen iſt; die Zugröhren münden dagegen mit doppeltem Knie in den Kaſten ſelbſt, etwas oberhalb des doppelten beweglichen Bodens vv, xx Fig. 4. Der horizontale Theil dieſer Zugröhren ruht auf der Eiſenplatte, welche ſie erhitzt und ſo den Zug in dem Augenblicke bewirkt, wo die Räucherung beginnt; die Einzelnheiten dieſer Einrichtung ſind Fig. 5. mehr im Großen zu ſehen. Dieſelben Buchſtaben bezeichnen hier die nämliche ſchon bei Fig. 1. aufgeführten Gegenſtände; wir werden auch bei Beſchreibung der Fig. 4. wieder darauf zurück kommen.

Fig. 4. Durchſchnitt des Räucherungsapparates nach der Linie CD des Grundriſſes Fig. 1. von der Seite aus im Punkte M derſelben Figur betrachtet.

Man ſieht hier, wie der Rauch des Heitzraums z unter der Eiſenplatte mm fortzieht, dieſe erwärmt und ſich hernach bei m' in das Eiſenblechrohr h begiebt.

v, v, x, x, iſt ein doppelter Boden, der auf Eiſenſtäben liegt; der untere Theil dieſes Bodens beſteht aus einer

Platte xx von Gußeiſen; der obere vv iſt aus gutem und wohl zuſammengefügtem Eichenholze. Die beiden Böden ſind durch querlaufende Eiſenſtäbe getrennt und das Ganze wird durch Bolzen zuſammen gehalten; auf dieſe Weiſe kann das Feuer den hölzernen Fußboden vv nicht ergreifen, da er von dem eiſernen Boden xx durch einen dazwiſchen befindlichen Luftſtrom getrennt iſt, und der Kranke empfindet, indem ſeine nakten Füße auf dem Holze ſtehen, nur eine angenehme Wärme.

Dieſer doppelte Boden iſt beweglich und berührt auf keiner Seite die Wände des Kaſtens; auf dieſe Weiſe läßt derſelbe von allen Seiten nicht nur die Luft, welche durch die Berührung mit der Eiſenplatte mm erwärmt worden, aufwärts ſtrömen, ſondern erlaubt auch den Gaſen, welche ſich aus den auf die Platte mm durch die Öffnungen 1, 1, geworfenen oder durch die Thüre n auf die Blechpfanne S hinein gebrachten Subſtanzen entbinden, in den Apparat emporzuſteigen.

Um die Temperatur ſo gleichförmig als möglich in allen Theilen des Apparates zu machen, und um ein gleichmaßiges Hinzuſtrömen der Gaſe oder Dämpfe, welche man zu dieſen Räucherungen anwendet, zu bewirken, muß man Sorge tragen, den beweglichen Boden ſo zu ſtellen, daß der leere Raum, welcher zwiſchen ihm und den Wänden des Kaſtens exiſtirt, um ſo kleiner wird, je näher man dem Feuerplatze rückt. Man ſieht dieſe Einrichtung in u, u.

a, ein Thermometer, deſſen Kugel im Apparate und deſſen Skale außerhalb deſſelben ſich befindet, damit der im Kaſten ſitzende Kranke ſehen könne, welcher Temperatur ſein Körper ausgeſetzt iſt.

l, Durchſchnitt einer der Öffnungen, durch welche man die zur Räucherung beſtimmten Subſtanzen in die Blechpfanne S wirft.

y, Lehnſtuhl auf Rollen, auf welchem man paralytiſche lahme oder krüppelhafte Kranke durch die vordere Thüre, deren Verſchluß man bei 1. Fig. 2. u. 3. ſieht, in den Kaſten bringen kann.

2, 2, hölzernes dichtes Flechtwerk, welches auf den Boden des Apparates beinahe ſenkrecht geſtellt iſt; es iſt beſtimmt, um zu verhindern, daß der Kranke ſich die Füße verbrenne, wenn er ſolche dem Rohre h allzuſehr nähern würde, welches den Kaſten heitzt, indem der Rauch vom Heitzraum z durch daſſelbe fortzieht.

de', punktirte Linie, welche den Platz bezeichnet, den der horizontale Deckel de einnimmt, wenn er geöffnet und an die Stütze g gelehnt wird.

k, Verbindung, welche zwiſchen der Zugröhre k und dem Hauptrohr h ſeitwärts hergeſtellt iſt.

Will man eine Räucherung mittelſt dieſes Apparates vornehmen, ſo verfährt man dabei folgendermaſſen: wir nehmen erſtlich an, der Apparat befinde ſich kalt im guten Zuſtande und man wollte mit ſchweflichter Säure, welche mit Waſſerdämpfen geſättigt iſt, räuchern.

Man fängt damit an, die Klappen der Zugröhren i und k zu ſchließen und öffnet nun die Klappe des Rohres h, während man zu gleicher Zeit Feuer auf den Roſt im Heitzraum z macht. Iſt das Innere des Kaſtens hinlänglich erhitzt, was man an dem Thermometer a ſieht, ſo wird der Kranke in den Kaſten gebracht und die vordere Thüre verſchloſſen; hierauf läßt man den geöffneten Deckel ſo herab, daß der Kopf des Kranken durchgeht und über denſelben herausragt; der Hals wird ihm nur mit einem leinenen Tuche umgeben, welches den freien Raum, der noch zwiſchen dem Halſe und dem Rande der Öffnung a vorhanden iſt, verſchließen ſoll. Jetzt öffnet man die Klappen der Zugröhren ſo weit, daß in den durch ſie in dem Kaſten erzeugten leeren Raum nur die äußere Luft ein wenig treten kann, ſo daß noch leerer Raum genug bleibt, um ein Entweichen des ſchweflichtſauren Gaſes durch die Fugen zu verhindern, die auf ſolche Weiſe gleichſam verkittet ſind. Man bringt hierauf mit der kleinen blechernen Schaufel Fig. 10. pulveriſirten gewöhnlichen Schwefel durch eine der Öffnungen l, deren Deckel man aufhebt und dann ſogleich wieder verſchließt. Der Schwefel, welcher auf die Platte mm fällt, die durch das Feuer in z hinreichend erhitzt worden, entzündet ſich und

erzeugt ſchweflichte Säure, welche ſich im Apparate verbreitet, indem dieſelbe dahin durch den Raum dringt, welcher, wie wir bereits erwähnten, den beweglichen Boden v v x x, ringsum in ungleicher Entfernung von den Seitenwänden des Kaſtens ſcheidet. Das Gas umzieht den Kranken und gelangt endlich nach dem obern Theile des Kaſtens, wo es in die Zugröhren i u. k tritt und von da in die Hauptröhre h ſich begiebt, um mit dem vom Heitzraum aufſteigenden Rauche hinauszuziehen. Was den Waſſerdampf betrifft, ſo iſt das Innere der Kaſtens ſehr leicht damit anzufüllen, denn man braucht nur ſtatt des gewöhnlichen kapſelartigen Deckels den mit einem Trichter verſehenen l', Fig. 9. zu nehmen; man füllt denſelben mit Waſſer und bringt darunter auf die Platte m m durch die Thüre n eine Blechpfanne S; hierauf öffnet man den Hahn des Trichters und läßt ſo das Waſſer tropfenweiſe in die ſtark erhitzte Pfanne fallen. Das Waſſer verwandelt ſich in Dampf, wird, indem es ſich mit der ſchweflichten Säure mengt, in dem Apparate verbreitet und bringt ſo auf den Kranken, der ſich darin befindet, die gewünſchte Wirkung hervor. Man ſieht, daß man bei jeder andern Räucherung ganz auf dieſelbe Weiſe verfahren kann, und Jeder wird ſehr leicht die Abänderungen treffen können, welche der Apparat bedarf, um zur Verflüchtigung anderer Stoffe ſich zu eignen.

Wenn die Räucherung beendigt iſt, oder der Kranke ſich erſchöpft fühlt und den Apparat verlaſſen will, ſo braucht man nur, um keine ſchweflichte Säure im Zimmer zu verbreiten, deren Erzeugung im Kaſten einen Augenblick vor dem Herausgehen des Kranken zu unterbrechen, die zwei durch die Deckel l l, verſchloſſenen Löcher zu öffnen, die Klappen des Rohres h zu ſchließen und dagegen die Klappen der Zugröhren i u. k ganz zu öffnen. Das nun vom Heerde abgeſchloßene Rohr h bedarf vieler Luft und nöthigt die Luft des Zimmers durch die beiden Öffnungen l, l, und durch die Spalten des Kaſtens in den Apparat zu treten, wo dieſelbe ſich mit der ſchweflichten Säure mengt, welche im Apparate iſt. Das Ganze wird nun bald durch die beiden Zugröhren i u. k nach außen fortgeführt und der mit reiner Luft ſich

füllende Kaſten kann geöffnet werden, ohne daß man fürchten muß, irgend einen nachtheiligen oder unangenehmen Geruch in dem Zimmer zu verbreiten, in welchem der Apparat ſich befindet.

145. Nachdem man das Ganze dieſes Apparates begriffen hat, wird es leicht ſeyn die Beſchreibung des zuſammengeſetztern, für zwölf Kranke beſtimmten Apparates zu verſtehen.

Tafel 10. Fig. 1. Grundriß des ganzen Apparates.

a, Vertiefung, in welche man hinabſteigt, um Feuer unter die blecherne Pfanne zu machen, in welche die Stoffe zu bringen ſind, die man in Gas oder Dampf verwandeln will.

bcde, Grundriß des Räucherungskaſtens. Man ſieht auf demſelben die zwölf Öffnungen, aus welchen die Köpfe der Kranken herausragen, wenn ſich dieſe in dem Kaſten befinden; es ſind darauf auch die eiſernen Beſchläge ſichtbar. Die gerade Linie, welche die 6 auf jeder Seite angebrachten Öffnungen durchſchneidet, bezeichnet die Projektion der Bänke, auf welchen die Kranken in dem Räucherungskaſten ſitzen. Um auch die kleinern Kranken ſo hoch zu ſetzen, daß ihre Köpfe aus dem Kaſten herausragen können, der nur für Perſonen von mittlerer Größe berechnet iſt, werden auf jene Bänke hölzerne Scheiben gelegt.

efgh, bezeichnet die Lehne oder Stütze, auf welcher die Deckel ruhen, wenn ſie geöffnet ſind.

i, k, Öfen, welche zur Heitzung des Innern des Kaſtens dienen; dieſe Öfen können mit Sandbädern verſehen ſeyn, um darin die Getränke für die Kranken zu wärmen.

lmn, blecherne Röhren, welche den Rauch der beiden Öfen i u. k in den Schornſtein p führen.

oq, Zugröhren von Eiſenblech, welche die aus dem Räucherungskaſten kommenden Gaſe oder Dämpfe in den Schornſtein p führen.

rrrr, Plan der Treppen, mittelſt welcher man auf den Apparat gelangt, um durch eine der 12 viereckigen Öffnungen, welche auf demſelben angebracht und mit zwölf

in Scharnieren befindlichen Deckeln verſchloſſen ſind, ins Innere hinabſteigen zu können.

ss, Plan des Ofens, der zur Heitzung des Zimmers dient.

Tafel 10. Fig. 2. Aufriß des großen Räucherungskaſtens, geſehen vom Punkte D des Grundriſſes Fig. 1.

bc, vordere Anſicht des Kaſtens, in welchen ſich die Kranken ſetzen.

u, Thüre des Heitzraumes, der beſtimmt iſt die Blechpfanne zu erhitzen, in welcher man die Stoffe, womit die in dem Kaſten befindlichen Kranken geräuchert werden ſollen, verflüchtigt oder verbrennt; der Rauch des Feuers zieht vermittelſt eines Kanals, welcher in der Erde unter dem Apparate fortgeht, und hierauf durch ein Blechrohr x in den gemeinſchaftlichen Schornſtein ab.

v, Thür, welche die mit der erwähnten Blechpfanne in Verbindung ſtehende Öffnung verſchließt; dieſe Thür iſt an ihrem untern Theil mit einem Regiſter verſehen, welches man nach Gefallen durch ein gekerbtes Eiſen erhöhen oder herablaſſen kann. Dieſer Mechanismus dient, um über der Pfanne ihrer ganzen Breite nach einen gleichmäßig dicken mehr oder weniger ſtarken Luftſtrom einzulaſſen, der gleichſam die Subſtanzen weglecken ſoll, welche in der Pfanne einem beliebig zu regulirenden Hitzgrade durch das im Heitzraum brennende Feuer ausgeſetzt ſind.

y, ein mit einem Hahn verſehener Trichter; er dient um das in Dampf zu verwandelnde Waſſer in die Pfanne zu gießen, mit welchem die zur Räucherung beſtimmten Gaſe oder Dämpfe geſättigt werden ſollen.

rr, Anſicht des Geländers, welches den Tritt umgiebt, der zum Hineingehen in den Kaſten dient.

zz, Geländer, welches die Vertiefung a Fig. 1. umgiebt.

i, k, gewöhnliche Öfen zur Heitzung des Innern des Kaſtens.

e f, Aufriß der Lehne, welche den geöffneten Deckeln zur Stütze dient; an der hölzernen Stange e f werden die Nummern befeſtigt, die auch an der Seite eines jeden Kleiderhacken wiederhohlt angebracht ſind, an welchen die Kranken ihre Kleider hängen, wenn ſie ſich auskleiden, um in den Kaſten zu gehen.

a'a', Thermometer, deren Kugeln im Innern des Kaſtens ſind, um darnach das Feuer der Öfen zu reguliren und überall im Apparate eine gleichmäßige Temperatur herzuſtellen.

o' q' hölzerne Röhren, welche einen Zug im Kaſten bewirken und mit dem Hauptſchornſtein p durch die Blechröhren o u. q in Verbindung ſtehen, in welchen man den Zug durch die Regiſter 2. u. 3. reguliren kann. Dieſe Zugröhren ſtehen mit dem Innern des Räucherungskaſtens durch unterirdiſche Kanäle in Verbindung, welche an den beiden Enden des Kaſtens und gegen die Mitte ſeiner Breite ausmünden.

Tafel 10. Fig. 3. Apparat von der Seite im Punkte A. Fig. 1. betrachtet.

b, d, Räucherungskaſten.

i, gewöhnlicher Ofen; ein ähnlicher iſt an der gegenüberſtehenden Seite des Kaſtens, wie Fig. 1. u. 2. zeigt, angebracht.

4, 5, Thüren, durch welche man in den Kaſten geht, wenn man ſich nicht durch eine der zwölf Öffnungen hineinbegeben will, indem man auf die Stufen r r r r ſteigt; es ſind zwei andere ähnliche Thüren auf der entgegengeſetzten Seite des Räucherungskaſtens angebracht.

r r r r, Stufen, um auf den Apparat zu ſteigen und von da in denſelben hinein gehen zu können.

z z, Geländer, welches die Vertiefung umgiebt, worin die Räucherungsöfen ſich befinden.

y, Trichter mit einem Hahn verſehen, vermittelſt welchem man nach Belieben Waſſer in die Blechpfanne gießen kann, worin die Räucherſtoffe ſich verflüchtigen.

bo, Lehne oder Stütze, auf welche ſich die zwölf Kaſtendeckel legen; wenn ſie geöffnet ſind, ſieht man durch den angebrachten Bogen einen der beiden Thermometer, die zur Regulirung der Temperatur im Apparate dienen; das zweite Thermometer befindet ſich am andern Ende.

s, Fajance-Ofen, der das Zimmer im Winter heitzt, wenn die beiden Öfen des Apparats nicht hinreichen; das Rohr dieſes Ofens gehört auch zugleich dem Ofen an, deſſen Thür man bei u Fig. 2. ſieht.

o', hölzernes Zugrohr, welches eine viereckige Säule bildet und den in dem Räucherungskaſten befindlichen Gaſen den Abzug erleichtert; dieſes Rohr ſteht mit der Blechröhre o in Verbindung, die in den Schornſtein p mündet; 2 ſtellt den Knopf des Regiſters dar, welches dazu dient die Öffnung des hölzernen Rohres mehr oder weniger abzuſchließen, und dadurch den Zug beliebig zu reguliren.

n, Rohr, in welchem ſich die Röhren der beiden zur Heitzung des Apparates beſtimmten Öfen vereinigen.

l, Röhre des Ofens k, Fig. 2.

Tafel 11. Fig. 1. Wagerechter Durchſchnitt des Räucherungsapparates nach einer Ebene, welche man ſich unter der Bedeckung und über den Bänken denkt, wie dieß durch die Linie EF im Aufriß Tafel 10. Fig. 2. angedeutet iſt.

Aus der ins Einzelne gehenden Beſchreibung der vorhergehenden Tafeln wird nun dieſer Durchſchnitt leicht verſtanden werden können.

In 66, 77, ſieht man die beiden Bänke, auf welchen die Kranken ſitzen.

4, 5, 23 u. 24. ſtellen die Durchſchnitte der 4 Thüren dar, durch welche man in den Apparat gelangen kann, wenn man nicht durch das Beſteigen der Stufen rrrr, von oben hinein gehen will.

17, u. 18, Öffnung der hölzernen Zugröhren o' u. q'; dieſe viereckigen Öffnungen ſind mit einem metallnen Drathgitter bedeckt, um fremdartige Körper abzuhalten, welche in

die Kanäle fallen könnte . Sieht auf dem Plan zwiſchen dieſen beiden Öffnungen die beiden Röhren der Öfen genau bezeichnet, welche zur Heitzung des Apparates dienen, und man wird zugleich unter dieſen Röhren den hölzernen Kaſten bemerken, unter welchem die zur Räucherung beſtimmten Gaſe ankommen. Es wurden zugleich alle unterhalb des Bodens befindlichen Einrichtungen punktirt dargeſtellt.

Tafel 11. Fig. 2. Senkrechter Durchſchnitt des Räucherungskaſtens nach der Linie AB des Grundriſſes Tafel 10, Fig. 1.

Hier wird nur von den beſondern Einrichtungen die Rede ſeyn, welche auf dieſem Durchſchnitte zu ſehen ſind; das Übrige iſt ſchon bei der Beſchreibung der vorhergehenden Figuren hinlänglich erläutert worden.

l, l, l, zeigen die gebrochene Linie, in deren Richtung die Röhre des Ofens k lauft, ehe ſie in das Hauptrohr n mündet.

m, m, m, zeigt dagegen den Weg an, welchen die Röhre des Ofens i nimmt.

Die Röhre des Ofens i geht bei 20 in den Heitzraum des Ofens k, iſt aber mit einem blechernen Pfropf verſchloſſen, welcher nur abgenommen wird, wenn man die Röhren reinigen will. Dieſe Operation geſchieht dann ganz einfach, indem man von dem Ofen i zu dem Ofen k zuerſt mit Hülfe einer Schnur eine kleine Kugel und nachher mittelſt dieſer Schnur auch eine rauhe Bürſte durchzieht, u. ſ. w.

Derſelbe Fall findet Statt bei der Röhre des andern Ofens, welche bei 19 in den Ofen i geht, und die auf gleiche Weiſe gereinigt wird.

15, 16, deuten die beiden unterhalb des Bodens befindlichen Kanäle an, welche ſich bei 17. u. 18. in den Apparat münden; die Gaſe dringen durch die Öffnungen 17. u. 18 in die Kanäle 16. u. 15, gehen von da in die hölzernen ſäulenförmigen Röhren q' o' und begeben ſich durch die Röhre q u. o in den gemeinſchaftlichen Schornſtein p. Man ſieht

bei 14, wie dieſe beiden Röhren o u. q in die Höhe gebogen ſind, damit der Zug nicht gehindert werde.

Die Mündung der unter dem Boden befindlichen Kanäle 15. u. 16. befindet ſich in dem Kaſten nur etwas über dem Boden, wie bei 17. u. 18. zu erſehen iſt, damit bei dem Auskehren des Kaſtens, kein Schmutz in die Kanäle falle, die außerdem noch, der Vorſicht wegen, mit einem feinen Drathgitter bedeckt ſind, um zu verhindern, daß etwa leinene Tücher hineinfallen und die Röhre verſtopfen könnten.

10. Durchſchnitt des unter dem Boden befindlichen Kanals, der die Gaſe in den Apparat leitet, welche ſich aus der Blechpfanne entbinden, in welche die zur Räucherung beſtimmten Subſtanzen gebracht werden; dieſer Kanal öffnet ſich in der Mitte des Apparates unter dem umgeſtürzten Kaſten 8, 8, deſſen Einrichtung man Fig. 2. u. 3. genau angegeben ſieht.

11, Durchſchnitt des unterhalb des Bodens befindlichen Kanals, welcher den Rauch des Ofens, deſſen Thür man bei n Tafel 10. Fig. 2. ſieht, in den gemeinſchaftlichen Schornſtein führt.

Fig. 2. A. 8, 8. Plan des hölzernen Kaſtens ohne Boden, deſſen Querdurchſchnitt in B zu ſehen iſt. Dieſer Kaſten ruht mit der offnen Seite auf dem Boden; die obere Seite deſſelben iſt mit vielen Löchern von ungleichem Durchmeſſer verſehen, die nach der Mitte zu kleiner werden und nach den Enden hin ſich mehr und mehr vergrößern, wie dieß aus Fig. 2, A erſehen werden kann; bei 8, 8 Fig. 2 ſieht man, daß dieſer Kaſten der Länge nach in dem Räucherungsapparate ſteht. Auf der folgenden Tafel werden wir ſeine Einrichtung näher kennen lernen.

Tafel 11, Fig. 3. Querdurchſchnitt des Räucherungsapparates nach der Linie CD des Grundriſſes Tafel 10. Fig. 1.

Wir werden hier nur von den Einzelnheiten ſprechen, die in den vorhergegangenen Beſchreibungen noch nicht erwähnt worden; um jedoch lange und ermüdende Wieder-

hohlungen zu vermeiden, verweiſen wir die Leſer im Übrigen auf die frühere Beſchreibung dieſer Tafeln.

6, u. 7, Bänke, die rechts und links in dem Räucherungskaſten der Länge nach ſtehen; auf ſie ſetzen ſich die zwölf Kranken, welche zu gleicher Zeit geräuchert werden; da die Kranken von ungleicher Größe ſind, ſo ſetzen ſich die Kleinern auf die bereits erwähnten, verſchieden dicken hölzernen Scheiben, welche auf ihre Plätze gelegt werden, um die Sitze zu erhöhen. Man ſieht hier wie die Kranken während der Räucherung im Kaſten ſitzen.

9, Blechpfanne, in welche man die zur Räucherung beſtimmten Subſtanzen bringt; durch die Thür v, die bereits genau beſchrieben worden, als von der Fig. 2. Tafel 10. die Rede war, werden dieſelben in die Pfanne gegeben.

10, unterhalb des Bodens hinlaufender Kanal, der die Gaſe und Dämpfe von der Pfanne 9 durch den hölzernen Kaſten Fig. 2. A in den Räucherungsapparat führt; dieſer Kanal kann nach Belieben bis nach 13 verlängert werden, indem man die Scheidewand 13 wegnimmt, um auf dieſer Seite, Waſſerdampf oder irgend einen andern dampfförmigen Stoff, der ſich zur Behandlung der Kranken eignet, in den Apparat zu bringen.

12. Heitzraum, in welchem das Feuer brennt, was beſtimmt iſt die darüber befindliche Blechpfanne zu erhitzen, ja ſelbſt im Nothfalle rothglühend zu machen; dieſer Ofen wird durch die Thür u geheitzt.

11, 11, unter dem Boden befindlicher Kanal, welcher dem Ofen 12 als Schornſtein dient. Der Rauch dieſes Ofens zieht durch dieſen Kanal und geht dann durch den Ofen s, wo er verbrennt; die dadurch erzeugten Gaſe begeben ſich in den gemeinſchaftlichen Schornſtein p durch das Rohr x des Ofens s.

n, Hauptrohr der beiden Öfen, die zur Heitzung des Apparates beſtimmt ſind; man ſieht, daß dieſelbe im Schornſtein p ſich zur Erleichterung des Zuges knieförmig endigt.

k, einer der zur Heitzung des Apparates beſtimmten Öfen, von hinten betrachtet; vor demſelben ſieht man den Durchſchnitt der ſich kreuzenden Röhren der Öfen i u. k.

146. Hat man das Vorhergehende richtig aufgefaßt, ſo wird man nunmehr den Gang der Operation leicht begreifen können.

Wir nehmen an, Alles befinde ſich in gutem Zuſtand; in den Heizräumen und Öfen des Apparates brenne noch kein Feuer, und Alles ſey vorbereitet, um die Kranken aufzunehmen und die Operation anzufangen. Will man nun eine Räucherung mit ſchweflichter Säure vornehmen, ſo ſchließt man die Regiſter oder Schieber 2 u. 3, welche im Zugrohr o' u. q' ſich befinden, zündet das Feuer in dem Fajance-Ofen s oder im Ofen 12 an, deſſen Thür in der Vertiefung bei u iſt. Die Luft erwärmt ſich und wird deshalb an der Röhre x und in dem Schornſtein p verdünnt; dadurch wird ein Zug hergeſtellt, der nun die äußere Luft durch alle Öffnungen in den Kaſten zu dringen nöthigt, und auf ſolche Weiſe die verſchiedenen Luftſtrömungen erzeugt, von denen wir weiter unten ſprechen werden.

Man zündet nun ohne Mühe in den beiden Öfen i u. k das Feuer an, welches beſtimmt iſt, das Innere des Räucherungskaſtens zu heitzen; hat die Wärme den gehörigen Grad erreicht und ſich gleichmäßig durch den Apparat verbreitet, ſo bringt man die zwölf Kranken entweder von oben, indem man die in Scharnieren laufenden Deckel öffnet, oder durch die an beiden Enden befindlichen vier Thüren in denſelben hinein *).

Die zwölf Kranken ſetzen ſich auf die Bänke 6. u. 7. Tafel 11. Fig. 1. u. 3.; man macht hierauf die Deckel zu, indem man den Kopf eines jeden Kranken aus dem in der Mitte des Deckels befindlichen Loche hervorragen läßt, und ſeinen Hals dann mit einem leinenen Tuche umgiebt, um das Herausdringen der ſchweflichten Säure zwiſchen dem Halſe und dem Lochrande zu verhindern **). Man fährt

*) Man kann auch die Kleider der Kranken der Wirkung der ſchweflichten Säure ausſetzen, während jene in dem Kaſten ſitzen; zu dem Ende würde es hinreichen, die Kleider in einen Kleiderſchrank zu hängen, in welchen man die aus dem Apparate kommenden Dämpfe leiten könnte.

**) Wollte man den Kopf des Kranken einer Räucherung ausſetzen, ſo müßte man ſtatt des Handtuches eine lederne Kaputze anwenden, die auf den Deckel

fort in den Öfen t u. k zu heitzen, um die Temperatur im Innern des Kaſtens ſtets gleich zu erhalten; hierauf öffnet man die Thüre v Tafel 10. Fig. 2. um die zur Räucherung beſtimmten Stoffe, und in dieſem Falle, gewöhnlichen pulveriſirten Schwefel in die blecherne Pfanne zu bringen. Hierauf verſchließt man die Thüre v wieder und mittelſt des Kerbeiſens, von dem bei der Beſchreibung der Tafel 10. Fig. 2. die Rede war, hebt man das Regiſter ein wenig in die Höhe, welches an dem Untertheil dieſer Thüre angebracht iſt und leitet ſo über den brennenden Schwefel hinweg, einen mehr oder minder ſtarken Luftſtrom, um die Verbrennung deſſelben auf eine zweckgemäße Weiſe zu bewirken; zu gleicher Zeit öffnet man nun die Regiſter 2. u. 3. welche ſich in den Zugröhren o', q' Tafel 10. Fig. 2. befinden und ſtellt ſo einen Luftzug in dem Apparate her. Die ſich in der Blechpfanne 9, Tafel 11, Fig. 3. bildende ſchweflichte Säure geht mit der nicht zerſetzten Luft in den unter dem Boden befindlichen Kanal 10 und gelangt nach 8 in den umgeſtürtzten hölzernen Kaſten Fig. 2. A. Das ſchweſlichtſaure Gas erfüllt dieſen behälterartigen Raum und kann aus demſelben nur durch die Löcher des Deckels herausdringen, welche ſodann, vermöge ihres ungleichen Durchmeſſers dieſes Gas in allen Theilen des Apparates auf eine gleichmäßige Weiſe verbreiten. Das Gas wirbelt in den Kaſten empor, umgiebt die Kranken, auf die es nun die erforderliche Wirkung ausübt und wird dann durch die Zugröhren, welche in dem Kaſten die Luft verdünnen, nach den Öffnungen 17. u. 18. Tafel 11. Fig. 1. u. 2. hingeleitet, von wo aus es weiter fort durch die Röhren o' q' und o q in den gemeinſchaftlichen Schornſtein geführt wird.

147. Die Zugröhren o' q' dienen alſo: erſtens um einen Luftzug in dem Kaſten zu bewirken; Zweitens, um die Erzeugung der Gaſe oder Dämpfe in der Blechpfanne 9 Tafel 11. Fig. 3. zu begünſtigen; drittens, um dieſelben Dämpfe

---

genagelt iſt, und ſo feſt an das Geſicht des Kranken mittelſt eines mit einer Schnalle verſehenen Bandes anſchließt, daß nur das Angeſicht frei und mit der äußern Luft in unmittelbarer Berührung bleibt.

nach außen fortzuführen, wenn ſie auf die Haut der Kranken gewirkt, und ſich mit deren reichlichem Schweiße geſättigt haben; viertens, um ein Zuſtrömen neuer Dämpfe zu demſelben Zwecke nach dem Kaſten zu bewirken.

Dieſe Zugröhren dienen außerdem auch dazu, alle Fugen des Kaſtens gleichſam zu verkitten und zu verhindern, daß die Gaſe durch die Spalten der Thüren und Deckel herausdringen und auf ſolche Weiſe die reine Luft verderben, welche in dem Zimmer geathmet werden ſoll, in welchem die mit Kranken angefüllten Apparate und noch außerdem andere Kranke ſich befinden, die daſelbſt warten bis die Reihe an ſie kömmt. Dieſer vollkommene Erfolg iſt ohne Widerrede der größte Vortheil, welchen der beſchriebene Räucherungsapparat darbietet. In den früher eingerichteten Käſten, war man genöthigt, um das Herausdringen der Gaſe durch die Spalten zu verhindern, welches dem Athmen der Kranken nachtheilig werden mußte, alle Fugen des Apparates zu verkleben, wenn der Kranke hineingebracht war. Es konnte dieß zuweilen ſehr unbequem, ja oft ſogar gefährlich werden und außerdem noch auf den Kranken nachtheilig dadurch einwirken, daß es ihm Beſorgniße einflößte, die einen moraliſchen Einfluß auf ihn hätten äußern müßen. In dem Apparat mit zwölf Plätzen können die Gaſe nicht aus dem Kaſten entweichen und dieß wird ſehr einfach und vollkommen durch die Zugröhren o' und q' allein bewirkt, in denen man den Zug durch das beliebige Öffnen der Regiſter 2. und 3. Tafel 10, Fig. 2. regelt. Erfordern dieſe Zugröhren mehr Luft als durch die wagrechte, unten an der Thüre v Tafel 11. Fig. 2. befindliche Spalte einſtrömen kann, ſo iſt klar, daß die Luft des Zimmers in den Apparat durch die übrigen Ritzen und Fugen dringen wird, um die Zugröhren zu verſorgen und das Gleichgewicht der Luft, welches dieſe ſtets zu ſtören ſuchen, wieder herzuſtellen. Man ſieht leicht ein, daß man durch eine gute Regulirung des Spieles dieſer Zugröhren, nach Belieben alle Fugen des Apparates gleichſam verkitten kann; dieſes findet namentlich dann Statt, wenn man nur die Schieber 2. und 3. öffnet, was gerade nöthig iſt, um das Herausdringen der Gaſe aus dem Kaſten durch die Fu-

gen der Thüren und Deckel zu verhindern. Wollte man es auf andere Weiſe machen, ſo würden die Gaſe entweder in das Zimmer herausdringen oder die Luft des Zimmers in den Apparat treten; beides ſind Umſtände, die vermieden werden müßen, weil in dem erſten Falle die Kranken ſchädliche Gaſe athmen müßen und weil in dem zweiten ſie durch die kalten in den Kaſten dringenden Luftſtröme leiden würden.

Man bedient ſich deſſelben Mittels, um ohne Nachtheil einen der zwölf Deckel des Kaſtens ganz öffnen zu können. Zu dem Ende reicht es hin die Spalte der Thüre v Tafel 10, Fig. 2. zu ſchließen, dann die Schieber oder Regiſter 2. und 3. ganz zu öffnen und langſam einen der Deckel des Räucherungskaſtens in die Höhe zu heben; die beiden Zugröhren o' q' ziehen aus dem Apparate alle Luft an ſich, welche durch die Öffnung, von der man den Deckel abgenommen hat, hineindringt und es wird ſo durch die hineinſtürzende Luft das Herausdringen der Gaſe verhindert.

Dieſe Einrichtung gewährt den großen Vortheil, nie das Spiel des Apparates unterbrechen zu müſſen, ſo lange noch Kranke zu behandeln ſind. Würde ein Kranker ſich ermattet fühlen oder wäre er bereits lang genug der Räucherung ausgeſetzt geweſen, ſo trifft man die eben erwähnten Vorkehrungen; man öffnet den Deckel des Platzes, an welchem ſich derſelbe befindet, läßt ihn heraus gehen und bringt einen neuen Kranken an ſeine Stelle; alles dieß geſchieht ohne die Räucherung zu unterbrechen, und ohne daß der geringſte Geruch im Zimmer verbreitet würde. Sobald der neue Kranke an ſeinem Platze ſitzt, ſchließt man die Regiſter der Zugröhren, öffnet dann die Spalte der Thüre v und fährt nun fort, den Apparat ſo zu beſorgen, wie bereits erwähnt wurde.

148. Wir führen nun noch beim Schluße dieſer Beſchreibung die verſchiedenen Räucherungen an, welche vermittelſt dieſes Apparates vorgenommen werden können.

Man kann geben: 1) Bäder von trockner und warmer Luft; 2) Bäder von warmer mit Waſſerdämpfen geſättigter Luft; 3) Bäder mit ſchweflichter Säure oder mit irgend einer an-

dern trocknen oder mit Waſſerdämpfen geſättigten Säure; 4.) Bäder von Schwefelwaſſerſtoff, verdampftem Wein, Schwefeldampf u. ſ. w. 5.) Queckſilberräucherungen, aromatiſche, ſpirituöſe Räucherungen u. ſ. w. mit einem Worte, man kann in dieſem Apparate den Kranken leicht Bäder von allen Dämpfen und Gaſen, entweder einzeln für ſich, oder manchfaltig mit einander gemengt geben.

Wir gehen nun in dieſer Beziehung nicht weiter ins Einzelne ein, weil die Pharmazeuten mit dem zur Erreichung dieſes Zweckes nöthigen Manipulationen vertraut ſeyn müſſen, indem beſonders ihnen es obliegt dieſe verſchiedenen Bäder oder Räucherungen zu bereiten und die Kranken damit zu bedienen.

Unterſchweflichte Säure.

(Synonyme. Geſchwefelte ſchweflichte Säure. Lat. Acidum hyposulphurosum. Franz. Acide hyposulfureux.)

149. Wenn man eine Auflöſung eines neutralen ſchweflichtſauren Alkali's eine Zeit lang mit Schwefelblumen kochen läßt, ſo bemerkt man, daß das Salz eine Menge Schwefel auflöſt, welche der gleich iſt, die ſchon in der ſchweflichten Säure des Salzes enthalten iſt. Das Salz bleibt neutral und man nimmt gegenwärtig an, daß die ſchweflichte Säure, indem ſie ſich mit dieſer neuen Menge Schwefel verbindet, ſich in eine neue Säure verwandelt, deren Sauerſtoffgehalt geringer iſt und der man den Namen unterſchweflichte Säure beilegte. Dieſe Säure, welche auf dieſelbe Menge Sauerſtoff zweimal mehr Schwefel enthält, iſt zuſammengeſetzt aus

2 At. Schwefel	402,32	oder	65,80
2 At. Sauerſtoff	200,00		33,20
2 At. Unterſchweflichte Säure	602,32		100,00

Herſchel und Gay-Luſſac haben, indem ſie die Verbindungen derſelben unterſuchten und ihre Exiſtenz als eigene Säuren annahmen, gezeigt, daß man dieſelbe nur einige Augenblicke im geſonderten Zuſtande erhalten kann. Wenn man z. B. zu einer verdünnten Auflöſung von unterſchweflichtſaurem

Strontian Schwefelſäure hinzufügt, ſo bildet ſich unauflösliche[r] ſchwefelſaurer Strontian und die Aüflöſung enthält nun freie unterſchweflichte Säure. Filtrirt man nun ſchnell, um das ſchwefelſaure Salz zu trennen, ſo erhält man anfangs eine klare geruchloſe Auflöſung, die ſich jedoch bald trübt, Schwefel abſetzt und dann den Geruch der ſchweflichten Säure annimmt. Die unterſchweflichte Säure verwandelt ſich ſtets von ſelbſt in Schwefel und ſchweflichte Säure, wie ſorgfältig man auch zu Werke gehen mag, um ſie unverändert zu erhalten. Es iſt dieß eine merkwürdige Thatſache, denn die Salze der unterſchweflichten Säure, im Gegentheil, ſind viel beſtändiger, als die ſchweflichtſauren.

Schwefelſäure.

(Synonyme. Vitriolſäure, Vitriolöhl. Lat. Acidum vitrioli, Acidum sulphuricum. Franz. Acide sulfurique.)

150. Die Schwefelſäure muß unter diejenigen Produkte gezählt werden, welche für die Induſtrie den größten Werth haben. Als Säure iſt ſie eine der ſtärkſten, die wir kennen und ihre Eigenſchaften ſind von der Art, daß ſie gewöhnlich faſt überall da angewendet werden kann, wo es ſich um die Anwendung irgend eines ſauren Stoffes überhaupt handelt. Ihr niedriger Preis begünſtigt in dieſer Hinſicht ſehr und es iſt in der That von hoher Wichtigkeit für jedes Land, wo man das Gedeihen der Fabriken unterſtützen will, den Preis der zu ihrer Produktion erforderlichen Stoffe ſo billig als möglich zu ſtellen ſuchen. Die Schwefelſäure wird angewendet, um ſich alle übrigen Säuren zu verſchaffen, ſie iſt zur Bereitung der künſtlichen Soda unerläßlich nothwendig; in der Bleicherei, ſo wie in der Färberei werden große Quantitäten verbraucht und mit einem Worte es giebt faſt keinen Induſtriezweig, bei welchem nicht ein mehr oder minder beträchtlicher Verbrauch dieſer Säure Statt fände. Wäre man im Beſitze genauer Tabellen, welche die jährlich in verſchiedenen Ländern oder zu verſchiedenen Zeiten verbrauchten Mengen von Schwefelſäure angäben, ſo

würde ohne Zweifel eine ſolche Überſicht zugleich einen ſichern Maßſtab für die Entwicklung der Induſtrie im Allgemeinen für dieſe Zeitabſchnitte oder dieſe Länder liefern.

Dieſe Säure, deren Entdeckung dem Chemiker Baſilius Valentinus zugeſchrieben wird, der gegen das Ende des fünfzehnten Jahrhunderts lebte, hat auch nach und nach alle berühmten Männer, die ſich dem Studium der Chemie widmeten, beſchäftigt. Ihre Wichtigkeit veranlaßt uns, hier mit weit größerer Ausführlichkeit von ihr zu handeln als wir dieß bei dem Studium der vorhergehenden Körper gethan haben; allein wir werden ihre Wirkung auf diejenigen Stoffe, welche nach dem für dieſes Werk feſtgeſetzten Plan erſt ſpäter vorkommen, noch nicht näher unterſuchen, um dadurch alle unnützen Wiederhohlungen zu vermeiden.

Man kennt die Schwefelſäure unter drei verſchiedenen Formen: 1.) rein und waſſerfrei; 2.) verbunden mit einer beſtimmten Menge Waſſer, welches die gewöhnliche, im Handel vorkommende Säure (ſogenannte engliſche Schwefelſäure) iſt; 3.) als rauchende Säure, welche ein Gemiſch von waſſerfreier und waſſerhaltiger Säure in veränderlichen Verhältniſſen iſt. Dieſe Säure iſt im Handel unter dem Namen ſächſiſche oder böhmiſche Schwefelſäure (Vitriolöhl) bekannt.

151. **Eigenſchaften der reinen Schwefelſäure.** Die Schwefelſäure iſt bei gewöhnlicher Temperatur ſtarr, bei 25° c. wird ſie jedoch tropfbarflüſſig und fängt beinahe auch gleichzeitig an, Dämpfe zu bilden. Iſt ſie einmal kryſtalliſirt, ſo hält es ſchwer ſie wiederum zu ſchmelzen, und man kann dieß dann nur mit Hülfe eines leichten Druckes bewirken. Sie kryſtalliſirt in Form weißer ſeidenartiger Nadeln, welche biegſam ſind und einen auffallenden Glanz beſitzen. Im tropfbarflüſſigen Zuſtande iſt bei ungefähr 20° c. ihr ſpezif. Gewicht 1,97; ſtarr würde ſie ohne Zweifel eine etwas größere Dichtigkeit beſitzen. Eine Hitze, welche die Rothgluth noch nicht erreicht, verwandelt ſie nur in Dampf; allein in der Rothglühhitze und darüber wird ſie in ſchweflichte Säure und Sauerſtoff zerſetzt. Zu dem Gelingen dieſes Verſuches iſt erforderlich, eine Porzellanröhre

zu nehmen, dieſe mit Porzellanbruchſtücken anzufüllen und ſie nun ſehr ſtark zu erhitzen, ehe man die ſchwefelſauren Dämpfe durchſtreichen läßt. Man fängt das Gas über Queckſilber auf.

Auf den Sauerſtoff der Luft äußert ſie keine Wirkung, allein ſie zieht aus der Atmosphäre die Feuchtigkeit ſehr begierig an und verbreitet demzufolge, in Berührung mit der Luft, dicke weiße Nebel, indem ſie in einen mehr oder weniger waſſerhaltigen Zuſtand übergeht. Durch Waſſerſtoff würde ſie ſich wahrſcheinlich in Waſſer und Schwefelwaſſerſtoff verwandeln. Die Wirkung des Chlors oder Broms auf dieſe Säure iſt bis jetzt noch nicht unterſucht worden. Das Jod wird von ihr aufgelöſt, indem ſie ſich grünlichblau färbt; auch Schwefel löſt ſie auf und färbt ſich dadurch braun, grün oder blau, je nach der Menge des aufgelöſten Schwefels; die blaue Säure enthält am wenigſten, die braune am meiſten Schwefel. Auch das Selen und ſelbſt Tellur löſt ſie auf. Die Selenauflöſung iſt ſchön grün, die des Tellurs ſchön karmeſinroth. Gießt man Waſſer ſchnell auf dieſe Auflöſungen, ſo bemächtigt ſich die Säure deſſelben und die aufgelöſten Stoffe werden unverändert gefällt. Läßt man dagegen dieſe Auflöſungen an der Luft ſtehen, ſo ziehen ſie allmählig die Feuchtigkeit derſelben an, die aufgelöſten Stoffe mit Ausnahme des Jods oxydiren ſich und die Säure wird in ſchweflichte Säure verwandelt.

Nach dem bereits Geſagten iſt die Wirkung dieſer Säure auf das Waſſer ſehr kräftig; es zeigt ſich dieß auch, wenn man von derſelben im flüſſigen Zuſtand einige Tropfen in das Waſſer fallen läßt; jeder Tropfen erregt ein Geräuſch gleich dem in Waſſer getauchten glühenden Eiſen und verurſacht gleichzeitig beinahe eine kleine Exploſion; es iſt dieß der großen Menge von Wärme, die ſich hierbei entbindet, zuzuſchreiben, wodurch ſchnell etwas Waſſerdampf erzeugt wird. Man erhält auf ſolche Weiſe Waſſer, welches mehr oder weniger Säure enthält und deſſen Dichtigkeit in dem Maaße wächſt, als der Säuregehalt ſich vermehrt.

Läßt man auf die mit Waſſer verdünnte Säure Wärme einwirken, ſo geräth ſie allmählig ins Kochen und der Sie-

depnnkt derſelben ſteigt nach und nach bis auf 310° c. wo er endlich feſt ſtehen bleibt. Die jetzt noch in der Retorte befindliche Flüſſigkeit kann nun unverändert überdeſtillirt werden und beſitzt jetzt alle Eigenſchaften einer Verbindung von Schwefelſäure und Waſſer in beſtimmten Verhältniſſen; ſie iſt diejenige Verbindung, welche die gewöhnliche Schwefelſäure des Handels bildet. Wir wollen nun die Haupteigenſchaften derſelben näher kennen lernen.

152. Eigenſchaften der gewöhnlichen waſſerhaltigen Schwefelſäure. Die waſſerhaltige Schwefelſäure iſt eine öhlartige viel zähere Flüſſigkeit, als die flüſſige waſſerfreie Säure; ſie iſt jedoch minder ſchwer, denn ihre Dichtigkeit bei 15° c. beträgt nur 1,848. Sie iſt weniger ätzend, allein doch noch in ſo hohem Grade, um ſchnell alle Pflanzen- und Thier-Stoffe zu zerſtören. Während die waſſerfreie Säure bei 25° c. kocht, ſiedet die waſſerhaltige erſt bei 310° und wenn die waſſerfreie beſtändig feſt iſt, ſo gefriert dieſe erſt bei 10—12° c. unter Null. Beide röthen das Lakmus ſehr ſtark. Die Letztere wird in der Hitze zerlegt in Waſſer, ſchweflichte Säure und Sauerſtoff; übrigens verhält ſie ſich in den meiſten Fällen wie die waſſerfreie Säure, außer daß ſie das Selen und Tellur weniger leicht und den Schwefel und das Jod ſelbſt unter Mitwirkung der Wärme gar nicht auflöſt. Das Jod äußert bei höherer Temperatur keine Wirkung, aber der Schwefel verwandelt ſie in ſchweflichte Säure, indem er ſelbſt in dieſen Körper übergeht.

Sie raucht nicht an der Luft, zieht aber ſehr ſtark die Feuchtigkeit aus derſelben an, ſo daß ſie, wenn man ſolche einer mit Waſſergas geſättigten Luft ausſetzt, das fünfzehnfache ihres eigenen Gewichtes Waſſer anzieht, vorausgeſetzt, daß man den Verſuch lange genug fortſetzt und von Zeit zu Zeit die Flüſſigkeit herumrührt, um die verſchiedenen Schichten mit einander zu vermiſchen.

153. Gießt man dieſe Säure in Waſſer, ſo erzeugt ſie viel Wärme, jedoch weniger als die waſſerfreie *). Wird

*) Es dürfte nicht überflüſſig ſeyn, namentlich für diejenigen, welche mit dieſen Erſcheinungen noch nicht bekannt ſind, zu bemerken, daß man bei ſolchen Mi-

ſie langſam in dieſe Flüſſigkeit gegoſſen, ſo fließt ſie gleich einem Syrup durch dieſelbe, ſenkt ſich zu Boden und verbindet ſich nur ſehr langſam mit ihr. Rührt man dagegen um, ſo findet die Verbindung ſogleich mit ſehr beträchtlicher Wärmeentbindung Statt. Miſcht man 250 Gramme gewöhnliche Säure mit eben ſo viel Waſſer bei gewöhnlicher Temperatur, ſo erhält man eine Flüſſigkeit von 84° c. Nimmt man dagegen 50° Säure und 125 Waſſer, ſo kann die Temperatur des Gemiſches ſelbſt bis auf 105° c. ſteigen, alſo noch über den Siedepunkt des Waſſers.

In folgender Tafel finden ſich die durch verſchiedene Gemiſche von Waſſer und konzentrirte Schwefelſäure des Handels hervorgebrachten Temperaturerhöhungen. Es dürfte nicht ohne Nutzen ſeyn, dieſelbe, wenn man ähnliche Miſchungen vorzunehmen hat, zu Rath zu ziehen.

Tafel über diejenigen Temperaturen, welche erzeugt werden, wenn man 5 Kilogr. Waſſer von 10° c. miſcht mit

Konzentrirter gewöhnlicher Schwefelſäure von 10° c.	Temperatur des Gemiſches	Konzentrirter gewöhnlicher Schwefelſäure von 10° c.	Temperatur des Gemiſches.
Kilogr.		Kilogr.	
0,5	25° c.	7	113° c.
1	37	7,5	116
1,5	43	8	119
2	53	8,5	121
2,5	58	9	123
3	62	9,5	124
3,5	68	10	125
4	75	12,5	130
4,5	85	13,5	129
5	95	15	129
5,5	101	17,5	127
6	105	20	120
6,5	109		

ſchungen ſehr vorſichtig zu Werke gehen muß, um einem plötzlichen Zerſpringen der Gefäſſe vorzubeugen, und um durch die oft gewaltſam emporgeſchleuderte Säure nicht verletzt zu werden. Man gieße zu dem Ende nur kleine Mengen Säure nach und nach in das Waſſer nie aber Letzteres in größere Mengen Säure. Es gilt dieß vorzüglich bei der rauchenden Schwefelſäure. A. d. E.

Demnach darf man nicht erſtaunen, wenn Lavoiſier und Laplace, indem ſie 734 Thl. Waſſer und 979 Thl. waſſerhaltige Säure miſchten, fanden, daß hierdurch ſo viel Wärme erzeugt wurde, daß damit 1529 Thl. Eis geſchmolzen werden konnten.

Mit Eis oder Schnee in Berührung gebracht, bewirkt ſie ſchnell deren Schmelzung. Es entſteht Wärme durch die Verbindung des Waſſers mit der Säure; dagegen aber wird Kälte hervorgebracht durch das Schmelzen des Eiſes. Die Temperatur des Gemenges ſteigt oder ſinkt, je nachdem der eine der beiden Erfolge den andern überwiegt. Wenn man 4 Theile Säure und 1 Theil geſtoßenes Eis nimmt, ſo erhitzt ſich das Gemenge, während dagegen eine Miſchung von 4 Thl. geſtoß. Eis und 1 Thl. Säure, die Temperatur derſelben bis ungefähr auf 20° unter Null herabſtimmt.

154. Die waſſerhaltige Säure, von der hier die Rede iſt, kann ſich demnach mit verſchiedenen Mengen Waſſer verbinden. In dem Maaße, als man von demſelben hinzufügt, vermindert ſich ihre Dichtigkeit und nähert ſich daher mehr und mehr der Einheit; ihr Siedepunkt ſinkt zugleich und nähert ſich nach und nach dem des Waſſers oder 100°; allein niemals kann man beide Punkte erreichen und noch viel weniger ſie überſchreiten.

Die waſſerhaltige Säure kann auch die waſſerfreie Säure auflöſen und dann nimmt ihre Dichtigkeit zu, während ihr Siedepunkt ſchnell herabſinkt. Niemals erlangt ſie jedoch eine größere Dichtigkeit als 1,97, ſo wie ihr Siedepunkt nie unter 25° c. herabſinkt.

155. Es giebt demnach für die waſſerhaltige Säure einen unveränderlichen Zuſtand, deſſen Siedepunkt 310° iſt. Indem man Waſſer hinzufügt, erhält man waſſerhaltigere Verbindungen, welche ſich in der Wärme trennen, in Waſſer, das ſich entbindet und in Säure, welche bei 310° kocht und zurückbleibt. Setzt man aber waſſerfreie Säure hinzu, ſo erhält man dagegen minder waſſerhaltige Verbindungen, die gleichfalls in der Hitze zerfallen und zwar ſo, daß ſich die waſſerfreie Säure verflüchtigt und die bei 310° c. kochende Säure, wie im erſtern Falle, in dem Gefäße zurückbleibt.

Die folgende Tafel zeigt die verſchiedenen Siedepunkte, welche die gewöhnliche mit mehr oder weniger Waſſer verdünnte Säure aufzuweiſen hat. Eine ähnliche Reihe von Beobachtungen für dieſe Säure, wenn ſie mehr oder weniger mit waſſerfreier Säure vermiſcht iſt, wurde noch nicht angeſtellt, allein ſo viel iſt ſtets gewiß, daß die Gegenwart dieſes Letztern ſchnell ihren Siedepunkt herabſinken macht.

Tafel über den Siedepunkt der Schwefelſäure von verſchiedenen Graden.

Spezif. Gewicht.	Siedepunkt.	Spezif. Gewicht.	Siedepunkt.
1,852	327° C.	1,769	217° C.
1,849	318	1,757	212
1,848	310	1,744	204
1,847	301	1,730	198
1,845	293	1,715	194
1,842	284	1,699	190
1,838	277	1,684	186
1,833	268	1,670	182
1,827	260	1,650	177
1,819	253	1,520	143
1,810	245	1,408	127
1,801	240	1,30	116
1,791	230	1,20	107
1,780	224	1,10	123

156. Wenn es mehrere Hydrate der Schwefelſäure giebt, ſo iſt wenigſtens die gewöhnliche Schwefelſäure des Handels das beſtändigſte. Dieſe Verbindung iſt es auch, welche gewöhnlich bei Unterſuchung der Eigenſchaften einer mehr oder weniger mit Waſſer verdünnten Schwefelſäure zum Vergleichungspunkte dient.

Es iſt nicht unwahrſcheinlich, daß mehr als eine Verbindung der Schwefelſäure und des Waſſers in beſtimmten Verhältniſſen exiſtirt. Die Wärme, welche ſich entbindet, wenn die waſſerhaltige gewöhnliche Säure in Berührung mit dieſer Flüſſigkeit gebracht wird, deutet auf die Bildung einer neuen Verbindung hin, deren Vorhandenſeyn auch dadurch noch wahrſcheinlicher gemacht wird, daß die nur etwas verdünnte Säure mit bemerkenswerther Leichtigkeit gefriert.

Während die gewöhnliche Säure erſt bei 10 oder 12° c. unter Null ſtarr wird und das Waſſer nur bei 0° gefriert, ſo kryſtalliſirt dieſe Säure in ſehr reinen durchſichtigen und bisweilen großen Prismen bei einer Temperatur von 4 oder 5° c. über Null. Dieſe mit Waſſer in angemeßenem Verhältniß verdünnte Säure, die allein dieſe Eigenſchaft unter den manchfaltigen möglichen Miſchungen von Schwefelſäure und Waſſer beſitzt, ſcheint alſo eine beſtimmt charakteriſirte Verbindung von Waſſer und Säure zu ſeyn; allein durch die Wärme wird ſie aufgehoben, und iſt deshalb weniger beſtändig als die gewöhnliche Säure.

157. Eigenſchaften der rauchenden Nordhäuſer oder ſächſiſchen Schwefelſäure.

Mit dieſem Namen bezeichnet man eine Flüſſigkeit, welche aus veränderlichen Mengen waſſerfreier und gewöhnlicher Säure nebſt etwas ſchweflichter Säure, welche zufällig darin vorkommt, beſteht. Läßt man die ſchweflichte Säure unberückſichtigt, ſo iſt es leicht, ſich einen Begriff von den Eigenſchaften dieſes Körpers zu machen; ſie iſt demnach leichter als die waſſerfreie, aber ſchwerer als die gewöhnliche Säure. Sie kryſtalliſirt leichter als dieſe Letztere, aber ſchwieriger als die Erſtere. Auf das Waſſer wirkt ſie um ſo viel kräftiger ein, als ihr Gehalt an waſſerfreier Säure größer iſt. Wird ſie erhitzt, ſo verliert ſie leicht die waſſerfreie, ſo wie die ſchweflichte Säure und bleibt als gewöhnliche Säure im Gefäße zurück. Der Luft ausgeſetzt, verbreitet ſie weiße Dämpfe, welche von der Verflüchtigung der waſſerfreien Säure herrühren, die auf die Feuchtigkeit der Atmosphäre einwirken und dieſe anziehen.

Alle ihre Eigenſchaften laſſen ſich von denen der waſſerfreien und gewöhnlichen Säure ableiten; ſie verhält ſich übrigens mehr wie ein Gemenge, als wie eine Verbindung. Wenn ſie beſonders hier aufgeführt wird, ſo geſchieht dieß, weil ſie in der Färberei zur Auflöſung des Indigo's der gewöhnlichen Säure vorgezogen wird.

158. Zuſammenſetzung. Wird die Schwefelſäure der Einwirkung der Wärme unterworfen, ſo verwandelt ſie ſich, wie bereits erwähnt worden, in ſchweflichte Säure und

Sauerſtoff. Gay-Luſſac, der ihre Zuſammenſetzung auf das ſorgfältigſte unterſuchte, hat ſich überzeugt, daß dieſe Gaſe ſich genau in dem Verhältniße von 2 Maaß ſchweflichter Säure und 1 Maaß Sauerſtoff verbinden. Die Schwefelſäure iſt demnach zuſammengeſetzt aus:

1 At. Schwefel	201,16	oder	40,14
3 At. Sauerſtoff	300,00		59,86
1 At. Schwefelſäure	501,16		100,00

Die gewöhnlich im Handel vorkommende Schwefelſäure (ſog. engliſche Schwefelſäure) iſt ein genau beſtimmtes Hydrat. Iſt ihr ſpezif. Gewicht = 1,848, ſo beſteht ſie aus

1 At. waſſerfreier Schwefelſäure	501,16	oder	81,68
2 At. Waſſer	112,48		18,32
	613,64		100,00

Das ſpezif. Gewicht der waſſerhaltigen Säure, welche bei 4 oder 5° über Null kryſtalliſirt, hat Keir 1,78 gefunden. Nach Dalton enthielte dieſe Säure genau zweimal ſo viel Waſſer als die gewöhnliche Säure, was aber nicht mit den Erfahrungen vieler anderer Chemiker übereinſtimmt, nach welchen die bis zu dieſem Punkte verdünnte Säure nur ungefähr 1,72 wiegen würde. Obſchon man demnach aus ihrem Verhalten ſchließen darf, daß ſie eine beſtimmte Verbindung iſt, ſo iſt man doch noch über ihre wahre Zuſammenſetzung nicht im Reinen.

159. Miſcht man Waſſer mit Schwefelſäure, ſo beſitzt das Gemiſch nie die mittlere Dichtigkeit beider Flüſſigkeiten; es findet ſtets eine Verdichtung Statt und da dieſe nicht immer dieſelbe iſt, ſo kennt man noch keine allgemeine Regel, nach welcher man die Stärke irgend einer verdünnten Schwefelſäure beſtimmen könnte. Man war genöthigt Verſuche mit verſchiedenen Gemiſchen zu machen und entwarf ſo ſehr nützliche Tafeln. Es giebt deren mehrere, aber wir werden nur die von Vauquelin, d'Arcet und Parkes aufführen, indem uns die Tafel Daltons nicht genau zu ſeyn ſcheint und die von Ure nur eine Wiederhohlung der Parkes'ſchen iſt. Dieſe 3 Tafeln ſind die einzigen, welche wir kennen; ſie beziehen ſich ſämmtlich auf die gewöhnliche waſ-

ſerhaltige Schwefelſäure, welche man bei Bereitung dieſer verſchiedenen Miſchungen anwandte.

Tafel über die Reichhaltigkeit der Schwefelſäure von verſchiedenen Graden bei einer Temperatur von 15° c.

Grade des Baumé'ſchen Areometers.	Dichtigkeit der Säure, die des Waſſers = 1 geſetzt.	In 100 Thl. iſt gewöhnliche waſſerhaltige Schwefelſäure enthalten.	Waſſermenge in 100 Theilen.	Name des Beobachters.
66°	1,842	100	0	
60°	1,725	84,22	15,78	Vauquelin.
60°	1,717	82,34	17,66	d'Arcet.
55°	1,618	74,32	25,68	Vauquelin.
55°	1,618	74,32	25,68	d'Arcet.
54°	1,603	72,70	27,30	Derſelbe.
53°	1,586	71,17	28,83	Derſelbe.
52°	1,566	69,30	30,70	Derſelbe.
51°	1,550	68,30	31,70	Derſelbe.
50°	1,532	66,45	33,55	Derſelbe.
50°	1,524	66,45	33,55	Vauquelin.
49°	1,515	64,37	35,63	d'Arcet.
48°	1,500	62,80	37,20	Derſelbe.
47°	1,482	61,32	38,68	Derſelbe.
46°	1,466	59,85	40,15	Derſelbe.
45°	1,454	58,02	41,98	Derſelbe.
45°	1,466	58,02	41,98	Vauquelin.
40°	1,375	50,41	49,59	Derſelbe.
35°	1,315	43,21	56,79	Derſelbe.
30°	1,260	36,52	63,48	Derſelbe.
25°	1,210	30,12	69,88	Derſelbe.
20°	1,162	24,01	75,99	Derſelbe.
15°	1,114	17,39	82,61	Derſelbe.
10°	1,076	11,73	88,27	Derſelbe.
5°	1,023	6,60	93,40	Derſelbe.

Tafel über die Reichhaltigkeit der Schwefelſäure von verſchiedenen Graden bei der Temperatur von 15° c. nach Parkes.

Dichtigkeit.	In 100 Thl. iſt gewöhnliche Schwefelſäure enthalten.	Dichtigkeit.	In 100 Thl. iſt gewöhnliche Schwefelſäure enthalten.
1,8484	99,009	1,6113	70,921
1,8465	98,037	1,6054	70,422
1,8445	97,087	1,5995	69,930
1,8416	96,163	1,5937	69,444
1,8387	95,238	1,5879	68,965
1,8358	94,339	1,5820	68,493
1,8319	93,457	1,5761	68,027
1,8270	92,509	1,5703	67,567
1,8222	91,743	1,5645	67,114
1,8163	90,909	1,5585	66,666
1,8104	90,090	1,5526	66,225
1,8046	89,285	1,5478	65,789
1,7988	88,495	1,5429	65,359
1,7929	87,719	1,5390	64,935
1,7880	86,956	1,5351	64,516
1,7821	86,206	1,5312	64,102
1,7744	85,470	1,5273	63,694
1,7666	84,745	1,5234	63,291
1,7588	84,033	1,5195	62,893
1,7510	83,333	1,5156	62,500
1,7431	82,644	1,5117	62,111
1,7353	81,967	1,5078	61,728
1,7275	81,300	1,5039	61,349
1,7207	80,645	1,5000	60,975
1,7138	80,000	1,4960	60,606
1,7070	79,365	1,4921	60,240
1,7002	78,740	1,4882	59,880
1,6933	78,125	1,4843	59,523
1,6865	77,519	1,4804	59,171
1,6796	76,923	1,4765	58,823
1,6728	76,335	1,4726	58,481
1,6660	75,757	1,4687	58,139
1,6582	75,187	1,4648	57,803
1,6523	74,626	1,4609	57,471
1,6464	74,074	1,4570	57,142
1,6406	73,529	1,4531	56,818
1,6348	72,992	1,4502	56,497
1,6289	72,463	1,4473	56,179
1,6230	71,942	1,4433	55,865
1,6171	71,428	1,4395	55,555

Dichtigkeit.	In 100 Thl. iſt gewöhnliche Schwefelſäure enthalten.	Dichtigkeit.	In 100 Thl. iſt gewöhnliche Schwefelſäure enthalten.
1,4365	55,248	1,2129	29,411
1,4336	54,945	1,2060	28,571
1,4306	54,644	1,1992	27,777
1,4276	54,347	1,1933	27,027
1,4257	54,054	1,1875	26,315
1,4218	53,763	1,1825	25,641
1,4189	53,475	1,1776	25,000
1,4160	53,191	1,1728	24,390
1,4130	52,910	1,1679	23,809
1,4101	52,631	1,1630	23,255
1,4072	52,356	1,1582	22,727
1,4042	52,083	1,1552	22,222
1,4013	51,813	1,1523	21,739
1,3984	51,546	1,1494	21,376
1,3955	51,282	1,1464	20,833
1,3926	51,020	1,1426	20,408
1,3906	50,761	1,1338	20,000
1,3886	50,505	1,1328	19,230
1,3867	50,256	1,1279	18,518
1,3848	50,000	1,1240	17,857
1,3730	48,780	1,1181	17,241
1,3632	47,619	1,1132	16,666
1,3535	46,511	1,1054	15,384
1,3437	45,454	1,0966	14,285
1,3359	44,444	1,0898	13,333
1,3281	43,478	1,0839	12,500
1,3203	42,553	1,0781	11,764
1,3125	41,666	1,0732	11,111
1,3056	40,816	1,0693	10,526
1,2988	40,000	1,0664	10,000
1,2919	39,215	1,0625	9,523
1,2851	38,461	1,0602	9,090
1,2783	37,735	1,0546	8,333
1,2724	37,037	1,0507	7,692
1,2676	36,363	1,0488	7,142
1,2627	35,714	1,0458	6,666
1,2568	35,087	1,0429	6,250
1,2520	34,482	1,0390	5,882
1,2470	33,898	1,0370	5,555
1,2421	33,333	1,0351	5,263
1,2343	32,258	1,0337	5,000
1,2265	31,250	1,0322	4,761
1,2187	30,303	1,0283	4,255

Dichtigkeit.	In 100 Thl. iſt gewöhnliche Schwefelſäure enthalten.	Dichtigkeit.	In 100 Thl. iſt gewöhnliche Schwefelſäure enthalten.
1,0254	3,846	1,0102	1,515
1,0234	3,508	1,0098	1,408
1,0214	3,225	1,0093	1,315
1,0185	2,777	1,0088	1,234
1,0166	2,439	1,0083	1,162
1,0146	2,175	1,0078	1,098
1,0127	1,960	1,0073	1,041
1,0117	1,785	1,0068	1,990
1,0107	1,639		

160. Bereitung. Im Handel kennt man zwei Arten von Schwefelſäure. Die erſtere beſteht aus einem Gemiſche von waſſerhaltiger gewöhnlicher Säure mit mehr oder weniger waſſerfreier Säure und wird eisartige rauchende Schwefelſäure genannt, weil ſie leicht in der Kälte erſtarrt und mit der Luft in Berührung gebracht, raucht. Man nennt ſie auch Nordhäuſer Schwefelſäure, weil ſie ſchon ſeit langer Zeit in Nordhauſen fabrizirt wurde. Man braucht jetzt wenig von derſelben und nur noch zu der Auflöſung des Indigos in der Färberei wird ſie vorgezogen. Die zweite Art, die waſſerhaltige gewöhnliche im Handel vorkommende Säure wird dagegen in ungeheurer Menge bereitet und angewendet.

Da es nicht möglich iſt der gewöhnlichen Schwefelſäure mehr Waſſer zu entziehen, ſo begreift man wohl, daß die Bereitung dieſer beiden Arten auf verſchiedene Weiſe geſchehen muß. Wir wollen beide nun näher betrachten.

161. Bereitung der waſſerfreien und der Nordhäuſer rauchenden Schwefelſäure. Man erhält die rauchende Schwefelſäure, wenn man das trockne ſchwefelſaure Eiſen mit Hülfe der Wärme zerſetzt. In der Rothglühhitze werden alle ſchwefelſauren Salze zerſetzt, ausgenommen die ſchwefelſauren Verbindungen von Kali, Natron, Lithion, Strontian, Baryt, Kalk und Bitterde; mithin können auch alle, mit Ausnahme dieſer Letztern, zur Fabrikation der rauchenden Schwefelſäure angewendet werden. Da

das ſchwefelſaure Eiſen ſehr niedrig im Preiſe ſteht, ſo räumte man ihm den Vorzug ein. Übrigens wird man leicht den Gang dieſes Verfahrens begreifen können, wenn man ſich erinnert, daß, wenn die gewöhnliche Säure mit irgend einer Baſis verbunden iſt, das Waſſer, mit welchem ſie vereinigt war, frei wird und ſich vom Salze in einer wenig erhöhten Temperatur trennt; man kann deshalb alle ſchwefelſauren Salze im waſſerfreien Zuſtande und mithin ſelbſt ihre Säure frei von Waſſer ſich verſchaffen. Dieſe Operation würde auch wirklich waſſerfreie Säure liefern, wenn es möglich wäre das ſchwefelſaure Salz vollkommen zu trocknen; allein hierzu gelangt man nur, wie ſorgfältig man auch zu Werke gehen mag, ſehr ſchwer. Es bleibt beſtändig etwas Waſſer zurück und man erhält deshalb ein Gemenge von waſſerhaltiger und waſſerfreier Säure. Außerdem muß aber noch bemerkt werden, daß die Temperatur, in welcher ſich die meiſten ſchwefelſauren Salze zerſetzen, auch ungefähr dieſelbe iſt, welche die Zerſetzung der Säure ſelbſt bewirkt und daraus wird erklärlich ſeyn, daß hierbei eine mehr oder minder beträchtliche Menge Schwefelſäure zerſtört werden muß und in Sauerſtoff und ſchweflichte Säure übergeht. Fügen wir endlich noch hinzu, daß die reine Schwefelſäure ſchweflichte Säure abſorbiren kann, ſo werden alle Erſcheinungen, welche ſich im Laufe der Operation darbieten, leicht vorher geſehen werden können.

162. Die Bereitung der nordhäuſer Schwefelſäure iſt nicht ganz genau bekannt *), wollte man ſie aber heut zu

*) Dieſe Fabrikation iſt in Deutſchland kein Geheimniß mehr und in allen ihren Details bekannt; allein bei dem äußerſt niedrigen Preis der engliſchen Schwefelſäure, wodurch auch der der rauchenden Säure ſehr herabgedrückt worden, kann die Bereitung Letzterer ſich nur an den Orten noch lohnen, wo man von der Natur beſonders begünſtigt worden, d. h. wo man ſich Eiſenvitriol und Brennmaterial ungemein billig verſchaffen kann. Dieß iſt in der großen Fabrik des Hrn. Stark zu Davidsthal in Böhmen der Fall (120). Dort werden namentlich die Vitriol-Mutterlaugen zu dieſem Zwecke verwendet. Nachdem dieſe zur Trockne abgedampft und in Keſſeln möglichſt entwäſſert worden, bringt man die trockne Salzmaſſe, Stein genannt, in die dazu eigens bereiteten kleinen Steingutretorten, von denen eine ſehr bedeutende Anzahl in großen Galeerenöfen zu beiden Seiten in drei Reihen übereinander ſich befinden, und ſetzt ſie nun einem ſehr ſtarken Feuer aus. Die

Tage fabriziren, ſo würde dieſe Sache nach den Unterſuchungen von Buſſy keiner Schwierigkeit mehr unterworfen ſeyn. Man weiß, daß ſie aus ſchwefelſaurem Eiſen bereitet wird, und es handelt ſich alſo nur darum, die Reſultate, welche die Deſtillation dieſes Salzes liefert, einer ſorgfältigen Unterſuchung zu unterwerfen.

Das ſchwefelſaure Eiſen (Eiſenvitriol) des Handels beſteht aus Schwefelſäure, Eiſenoxydul und Waſſer. Bei einer Temperatur, welche die Rothglühhitze noch nicht erreicht, entbindet ſich das Waſſer gänzlich; arbeitet man aber im Großen, ſo iſt es ziemlich ſchwer, die ganze Maſſe gleichförmig zu erhitzen, weshalb dieſes Salz ſtets noch etwas Waſſer zurückhält. Man hat demnach ein beinahe gänzlich von Waſſer befreites und meiſt aus ſchwefelſaurem Eiſenoxydul beſtehendes Produkt. In den Laboratorien nimmt man dieſe Operation in einem Scherben vor. Das Salz ſchmilzt anfänglich und bildet dann in dem Maaß, als das Waſſer ſich entbindet, nach und nach eine ſchmutzig weiße Maſſe. Im Großen würde man dieß in einem Reverberirofen ohne Schwierigkeit vornehmen können, indem man mit einer eiſernen Kehrſtange die Maſſe umrührte, bis alle Feuchtigkeit, ſo weit möglich, ausgetrieben iſt.

Will man nun die Zerſetzung dieſes Salzes durch das Feuer näher kennen lernen, ſo bringt man es in eine mit Thon beſchlagene Glasretorte. Nachdem der Hals derſelben an der Lampe ausgezogen worden, bringt man ſie in einen Reverberirofen und läßt den Hals in eine Vorlage gehen, welche warmes Waſſer von ungefähr 50° enthält. An der Vorlage iſt eine gebogene Röhre zum Auffangen der Gaſe angebracht. Nachdem dieß vorgerichtet iſt, erhitzt man die Retorte allmählig. Enthielte das Salz noch etwas Waſſer, ſo würde ſich dieſes zuerſt entbinden und zu dem in der Vor-

Säure trennt ſich vom Eiſenoxyd und geht in die Vorlagen über, in denen etwas Waſſer vorgeſchlagen iſt; als Rückſtand bleibt dann rothes noch etwas Schwefelſäure enthaltendes Eiſenoxyd, verunreinigt durch einige andere Oxyde, welche ſich als ſchwefelſaure Salze ſchon in der Mutterlauge befanden, die zu dieſem Zwecke verwendet worden. A. u. E.

lage ſchon vorhandenen übergehen. Wäre es dagegen ganz trocken, ſo würde ſich kein Waſſer entbinden können und in beiden Fällen würde dann, ſobald die Retorte rothglühend geworden, eine heftige Entbindung von beinahe reinem ſchweflichtſaurem Gas Statt finden. An dieſem Zeichen erkennt man die beginnende Zerſetzung des Salzes, indem bald das Gas auch mit Sauerſtoff gemengt erſcheint. Die Menge des Letztern wächſt allmählig, bis es endlich das Drittel des Gasgemenges ausmacht. Von dieſem Zeitpunkte an bleiben ſich die Reſultate bis an das Ende der Operation ſtets gleich. Iſt dieſe beendigt, ſo findet man das Waſſer in der Vorlage mit Schwefelſäure geſchwängert und in der Retorte bleibt als Rückſtand entweder reines Eiſenoxyd oder ein Gemenge von freiem und baſiſch ſchwefelſaurem Eiſenoxyd; letzterer Fall findet Statt, wenn zu ſchwach oder nicht lange genug gefeuert worden iſt.

Man ſieht alſo hieraus, daß das ſchwefelſaure Eiſenoxydul des Handels, erſtlich beim Erhitzen alles Kryſtallwaſſer abgiebt, dann reines ſchweflichtſaures Gas entbindet, und endlich ein Gemenge von Schwefelſäure, ſchweflichter Säure und Sauerſtoff liefert, während Eiſenoxyd als Rückſtand bleibt. Dieſe ſämmtlichen Reſultate ſind leicht zu erklären: das Salz geht anfangs in waſſerfreies ſchwefelſaures Eiſenoxydul über, dann wird ein Theil der Säure zerſetzt, um das Oxydul in Oxyd zu verwandeln, und dieß iſt der Zeitpunkt, in welchem ſich nun reine ſchweflichte Säure entbindet. Endlich wird auch das gebildete baſiſche ſchwefelſaure Eiſenoxyd zerſetzt: das Eiſenoxyd trennt ſich von der Schwefelſäure und beide werden frei; durch die Hitze wird jedoch ein Theil dieſer Säure zerlegt und man erhält ſo ſchweflichtſaures Gas und Sauerſtoff in dem Verhältniſſe wie 2 zu 1.

Würde man nun, anſtatt warmes Waſſer in die Vorlage zu bringen, wodurch die Schwefelſäure zurückgehalten, aber die ſchweflichte Säure nicht abſorbirt wird, im Gegentheil eine trockne Vorlage nehmen und dieſe bis zu 20° unter Null erkälten, ſo verdichtet ſich die ſchweflichte Säure und

Schwefelſäure darin und in die darauf folgenden Flaſchen geht nur reines Sauerſtoffgas über.

Entfernt man jetzt die kaltmachende Miſchung, welche die Vorlage umgiebt, ſo nimmt die ſchweflichte Säure ihren urſprünglichen gasförmigen Zuſtand wieder an, indem die Flüſſigkeit bei 3–4° über Null zu kochen anfängt. Erwärmt man nun dieſe gelinde bis auf + 20 oder 25° und erhält ſie eine Zeit lang in dieſer Temperatur, ſo bekommt man ſeidenartige amiant-ähnliche kryſtalliſirte Nadeln von waſſerfreier Schwefelſäure.

163. Es iſt nun einleuchtend, daß wenn das ſchwefelſaure Salz noch Waſſer enthielte oder man etwas Waſſer in die Vorlage brächte, man ſich nach Belieben entweder waſſerhaltige Schwefelſäure, die mit mehr oder weniger gewöhnlicher Säure gemiſcht wäre, oder gewöhnliche Schwefelſäure, oder ſogar noch verdünntere Säure verſchaffen könnte. Da aber die gewöhnliche Säure weniger als die waſſerfreie koſtet, ſo ſieht man wohl ein, daß es zweckmäßiger iſt, ihr waſſerfreie Säure zuzufügen, als ſich der Letztern zu bedienen, um waſſerhaltige oder gewöhnliche Säure darzuſtellen.

Aus dieſer Annahme geht auch hervor, wie man bei der Bereitung der rauchenden oder nordhäuſer Schwefelſäure verfahren muß. Man nimmt waſſerfreies ſchwefelſaures Eiſen, bringt es in eine irdene Retorte, fügt an dieſe einen Vorſtoß und daran wieder einen oder mehrere Ballone, in welchen man gewöhnliche Säure vorſchlägt. Geht die Deſtillation langſam vor ſich, ſo wird die waſſerfreie Säure durch die gewöhnliche, nebſt einem Antheil ſchweflichter Säure abſorbirt, während der Sauerſtoff und der Reſt der ſchweflichten Säure ſich entbinden. Auf ſolche Weiſe kann man die gewöhnliche Säure mit einer größern oder geringern Menge waſſerfreier Säure verbinden.

Wird dieſe wiederum erhitzt, ſo entbindet ſich anfangs ſchweflichte Säure und dann waſſerfreie Schwefelſäure und es bleibt als Rückſtand die zuerſt angewandte gewöhnliche Schwefelſäure. Auf dieſe Weiſe kann man ſich ſogar waſ-

ſerfreie Säure verſchaffen, wenn man die im Handel vorkommende rauchende Säure anwendet.

164. Die Güte der rauchenden Schwefelſäure läßt ſich nicht nach ihrem ſpezif. Gewicht beſtimmen. Wenn die waſſerfreie Säure das der gewöhnlichen Säure vermehrt, ſo wird daſſelbe im Gegentheil durch die ſchweflichte Säure vermindert; im Allgemeinen iſt jedoch dieſe Säure etwas ſchwerer als die gewöhnliche, ſie nähert ſich mehr und weniger 1,9 und muß immer eine etwas größere Dichtigkeit als die gewöhnliche Säure beſitzen. Man kann übrigens ihren Werth näherungsweiſe aus der Menge der Dämpfe beſtimmen, welche ſie in der Luft verbreitet, oder nach der Leichtigkeit, mit der ſie den Indigo auflöſt. Wollte man ihren Gehalt ſcharf beſtimmen, ſo müßte man ſehen, wie viel Chlorbaryum (ſalzſauren Baryt) ſie zerſetzen kann *).

165. Man ſieht wohl ein, daß wenn man beſtändig zu arbeiten genöthigt iſt, die Anwendung der irdenen Retorten bei der Bereitung dieſer Säure nicht ſehr zweckmäßig ſeyn würde; man würde dann leicht den beſchriebenen Apparat durch einen andern erſetzen können, der mehr Bequemlichkeit bei der Anwendung darbietet. Man könnte ja die Zerſetzung des entwäſſerten ſchwefelſauren Eiſens in einem Reverberirofen und in Röhren vornehmen, welche denjenigen ähnlich ſind, die bei der Gewinnung des Schwefels aus dem Schwefelkies angewendet werden. Dieſe Röhren, welche man horizontal in den Ofen einſetzen müßte, würden die ſich in ihnen bildenden Dämpfe nach dem untern Theile hin in ein thönernes Schlangenrohr ſenden. An dem obern Theile des Letztern dürfte man nur eine Röhre anbringen, durch welche gewöhnliche Schwefelſäure fortwährend langſam zu-

*) Um zu beſtimmen, wie viel irgend eine im Handel vorkommende Schwefelſäure waſſerfreie Säure enthält, wornach man ihren Werth ſchätzt, verdünnt man eine genau gewogene Menge mit 6 bis 8 mal ſo viel deſtillirtem Waſſer und tröpfelt ſo lange eine Auflöſung von Chlorbaryum in dieſelbe, als noch ein weißer Niederſchlag entſteht. Dieſer Niederſchlag wird ſodann filtrirt, ſcharf getrocknet oder noch beſſer, geglüht und gewogen. Aus der erhaltenen Menge von ſchwefelſaurem Baryt kann man dann die Schwefelſäure berechnen, indem man weiß, daß in 100 Thl. des erſtern 34 Thl. waſſerfreie Schwefelſäure enthalten ſind. A. u. E.

fließen könnte. Die nicht verdichtete ſchweflichte Säure könnte man in eine Bleikammer leiten, in welcher gewöhnliche Säure durch Verbrennen des Schwefels fabrizirt wird, und die rauchende Schwefelſäure würde dann durch die untere Öffnung des Schlangenrohres in die Vorlage fließen. Wie der Durchmeſſer, die Länge und die Neigung des Schlangenrohrs beſchaffen ſeyn, und in welcher Temperatur daſſelbe erhalten werden muß, müßte erſt durch Erfahrung gefunden werden.

Statt des ſchwefelſauren Eiſenoxyduls, wäre es beſſer das ſchwefelſaure Eiſenoxyd anzuwenden, man würde auf ſolche Weiſe den Verluſt an Säure vermeiden, welcher durch die Umwandlung des Eiſenoxyduls in Oxyd verurſacht wird.

166. Bereitung der gewöhnlichen waſſerhaltigen oder engliſchen Schwefelſäure. Das eben beſchriebene Verfahren iſt genau dasjenige, welches die ältern Chemiker anwandten, von denen zuerſt die Schwefelſäure beobachtet wurde; deshalb erhielt ſie auch zu jener Zeit den Namen Vitriolöhl. Später erſt machte man die Beobachtung, daß die Verbrennung des Schwefels unter befeuchteten Glocken eine ähnliche Säure lieferte; man bereitete dann die Schwefelſäure auf dieſem neuen Wege und nannte das Erzeugniß: oleum sulphuris per campanam (unter der Glocke bereitetes Schwefelöhl). Noch ſpäter kamen Lefèvre und Lémery auf den Gedanken, die Verbrennung des Schwefels durch Hinzufügung von ſalpeterſaurem Kali (Salpeter) zu begünſtigen, deſſen Säure eines der kräftigſten Oxydationsmittel iſt, wegen der Leichtigkeit, womit ſie ſich zerſetzt. Merkwürdig iſt es, daß derjenige, welcher zuerſt dieſen Verſuch anſtellte, durch eine richtige Anſicht der Dinge geleitet ward; er erhielt das vorhergeſehene Reſultat, nämlich eine größere Menge Schwefelſäure und doch ging nichts von dem, was er angenommen hatte, bei der Operation ſelbſt vor. Die darauf folgenden Chemiker trugen die Ideen ihrer Vorgänger in ihre neuen Anſichten über; ſie glaubten noch lange Zeit, daß die Salpeterſäure ihren Sauerſtoff an den Schwefel abgäbe, um Schwefelſäure zu bilden, welche abſorbirt werden kann, daß ſich Stickſtoff entbände und daß ſchwefelſaures Kali zurückbleibe. Erſt lange nachher und zu einer Zeit, wo die

Schwefelſäurefabrikation mittelſt dieſes Verfahrens ſchon ſehr bedeutend war, haben Clément und Désormes die wahre Theorie darüber aufgeſtellt. Rückſichtlich der Fabrikation hatten ſich ſchon die ältern Chemiker überzeugt, daß man das Gemenge von Schwefel und Salpeter, in geräumigen, verſchloſſenen und mit feuchter Luft erfüllten Gefäßen verbrennen und außerdem in denſelben zur Verdichtung der Säure eine Schicht Waſſer fortwährend erhalten müſſe. Lange Zeit nahm man dieſe Operation in gläſernen Ballonen vor, allein ſpäter kam man auf den Gedanken, dieſe durch große Bleikammern zu erſetzen und von dieſer Zeit an machten alle chemiſchen Gewerbe Fortſchritte um die Wette. Die Schwefelſäure iſt für alle chemiſch-techniſchen Zweige ein unentbehrliches Mittel und die Meiſten derſelben hätten nicht entſtehen können, wenn nicht die Schwefelſäure zu ſo niedrigem Preiſe in den Handel geliefert worden wäre.

Die Verbrennung eines Gemenges von Salpeter und Schwefel iſt noch immer die Grundlage des gegenwärtigen Verfahrens, bevor wir aber daſſelbe näher beſchreiben, iſt es nöthig, die Theorie deſſelben feſtzuſtellen.

167. Theorie der Fabrikation der gewöhnlichen oder engliſchen Schwefelſäure. Erſt wenn man die Eigenſchaften und die Zuſammenſetzung der Hauptverbindungen des Stockſtoffs mit dem Sauerſtoff kennt, iſt man im Stande einzuſehen, was bei dieſer Fabrikation vorgeht. Iſt man aber einmal damit bekannt, ſo iſt es ziemlich leicht Alles zu begreifen, was ſich Beſonderes hierbei darbietet.

Der Grundverſuch, welchen Clément und Désormes anſtellten, iſt folgender. Man entleert einen 5 bis 6 Liter haltenden Ballon von Luft und läßt dann 2 Liter ſchweflichte Säure und ½ Liter Stickſtoffoxyd hineintreten; dieſe Gaſe mengen ſich miteinander, ohne aufeinander einzuwirken. Hierauf bringt man 2 Liter Sauerſtoffgas in den Ballon, wodurch ſich derſelbe ſogleich mit rothen Dämpfen erfüllt, welche von der plötzlichen Bildung der ſalpetrichten Säure durch die Vereinigung des Stickſtoffoxyds mit dem hinzugefügten Sauerſtoff herrühren. Wenn die Gaſe trocken ſind, ſo erleidet das neue Gemenge, beſtehend aus ſchweflichter Säure,

ſalpetrichter Säure und Sauerſtoff, keine Veränderung. Bringt man dagegen etwas Waſſer, etwa einige Gramme, in den Ballon, ſo daß dadurch die Wände deſſelben ſchwach befeuchtet werden können, ſo werden die rothen Dämpfe verſchwinden und man ſieht, daß ſich allmählig an den Wänden weiße Kryſtalle in kleinen ſternförmig gruppirten Nadeln abſetzen. Nach Clément ſind dieſe Kryſtalle aus Schwefelſäure und Stickſtoffoxyd gebildet und enthalten eine beſtimmte Menge Waſſer. Wenn man nun Waſſer in den Ballon treten läßt, ſo löſen ſich die Kryſtalle auf oder verſchwinden indem ein ſehr merkliches Ziſchen hörbar wird; die Temperatur ſteigt merklich, das Waſſer wird mit Schwefelſäure geſchwängert und es entbindet ſich Stickſtoffoxyd, welches, wenn es mit Sauerſtoff wieder in Berührung kommt, ſich aufs neue in ſalpetrichte Säure verwandelt, und nun wiederum in Geſtalt rother Dämpfe erſcheint. In dieſem Falle hat das hinzugefügte Waſſer die Trennung der Schwefelſäure vermöge der Verwandtſchaft, welche es zu derſelben beſitzt, veranlaßt und die ſalpetrichte Säure, welche einen Theil ihres Sauerſtoffs an die ſchweflichte Säure bei der Bildung der Kryſtalle abgegeben hat, wird dadurch wieder in Stickſtoffoxyd verwandelt, welches ſich entbindet. Dieſes Stickſtoffoxyd aber findet aufs neue Sauerſtoff und ſchweflichte Säure in dem Ballon vor, geht deshalb anfangs wieder in ſalpetrichte Säure über und bildet dann kleine Kryſtalle, ähnlich den bereits erwähnten. Dieſe Kryſtalle, werden wieder zerſetzt und ſo wiederholt ſich dieſer Prozeß, bis die vorhandene ſchweflichte Säure oder der Sauerſtoff gänzlich verwendet worden. Man erſieht aus dieſer merkwürdigen Wechſelwirkung, daß eine ſehr kleine Menge Stickſtoffoxyd jedes Gemenge von ſchweflichter Säure und Sauerſtoff unter Mitwirkung des Waſſers in Schwefelſäure verwandeln kann, vorausgeſetzt, daß man den auf einander folgenden Reaktionen Zeit läßt, vor ſich zu gehen.

168. Man wird alſo Schwefelſäure im Großen bereiten können, wenn man Schwefel in einer Bleikammer verbrennt, deren Boden mit Waſſer bedeckt iſt, und in dieſelbe zu gleicher Zeit Stickſtoffoxyd auf irgend eine Weiſe treten

läßt. Dieſes Stickſtoffoxyd kann man ſich verſchaffen, entweder indem man Salpeterſäure mittelſt Zuckerſyrup oder Kartoffelſtärke behufs der Sauerkleeſäurebereitung zerſezt, oder durch Zerſetzung des ſalpeterſauren Kali's mittelſt Schwefel ſelbſt, wobei ſich dann ſchwefelſaures Kali bildet, während Stickſtoffoxydgas entweicht. Im letztern Falle genügt es auch, einen beträchtlichen Überſchuß von Schwefel mit ſalpeterſaurem Kali zu mengen, um dadurch die gleichzeitige Bildung von ſchweflichter Säure und Stickſtoffoxyd in angemeſſenen Verhältniſſen zu bewirken.

169. Zur Ergänzung der aufgeſtellten Schwefelſäure-Bildungstheorie müſſen wir noch hinzufügen, daß Gay-Luſſac einige Zweifel hegte über die Art, wie wir uns die Elemente mit einander verbunden denken. Er fand, daß wenn man gewöhnliche Schwefelſäure mit ſalpetrichter Säure miſcht, ſogleich diejenigen Kryſtalle ſich bilden, die wir ſchon weiter oben betrachtet haben. Dieſe Kryſtalle geben, mit wenig Waſſer behandelt, Schwefelſäure und ſalpetrichte Säure; mit viel Waſſer in Berührung gebracht, liefern ſie Schwefelſäure, Salpeterſäure und Stickſtoffoxyd, in Folge der Zerſetzung welche die ſalpetrichte Säure durch das Waſſer erleidet. Gay-Luſſac beobachtete ferner, daß, wenn man den Ballon, der die nach Cléments Verfahren bereiteten Kryſtalle enthält, von Luft entleert und in denſelben, nachdem man ihn mit Kohlenſäure gefüllt hat, etwas Waſſer bringt, ſich rothe Dämpfe bilden, obgleich das Waſſer wie gewöhnlich ſich mit der Schwefelſäure verbindet.

Aus dieſen Verſuchen muß man ſchließen: 1.) daß die erhaltenen Kryſtalle aus Schwefelſäure und ſalpetrichter Säure beſtehen; 2.) daß die ſchweflichte Säure in Schwefelſäure verwandelt wird auf Koſten des freien Sauerſtoffs und denſelben nicht aus der ſalpetrichten Säure anzieht; 3.) daß die Kryſtalle, indem ſie durch das Waſſer zerſetzt werden, dieſes nicht nur mit Schwefelſäure, ſondern auch mit Salpeterſäure ſchwängern, vorzüglich wenn man im Großen arbeitet, wo beträchtliche Mengen von Waſſer vorhanden ſind. Demnach müßte dann, den von Gay-Luſſac beobachteten Thatſachen gemäß, der Rückſtand ſalpetrichte Säure ſeyn und

das Waſſer nur Schwefelſäure enthalten; oder es könnte auch, wenn der Rückſtand bloß aus Stickſtoffoxyd gebildet wäre, das Waſſer Schwefelſäure und Salpeterſäure zugleich enthalten. Die letztere Folgerung wird wirklich durch die tägliche Erfahrung der Fabrikanten beſtätigt, denn ihr Rückſtand beſteht immer aus Stickſtoffoxyd, wenn in dem Apparate Mangel an Luft iſt und außerdem enthält auch das zur Verdichtung beſtimmte Waſſer ſehr namhafte Mengen von Salpeterſäure.

Wie dem auch ſeyn mag, da die von Gay-Luſſac beobachteten Thatſachen ſehr genau ſind, ſo muß man, wenn man die weiter oben dargelegte Theorie von Clément annimmt, vermuthen, daß die Erſcheinungen einigen Veränderungen unter Umſtänden, die wir noch nicht ganz kennen, unterworfen ſind. Unterſucht man die Theorien von Clément und Gay-Luſſac in Beziehung auf ihre letzten Folgerungen und berückſichtigt man die große Waſſermenge, welche ſich in den Apparaten vorfindet, ſo würde man als Endreſultat erhalten, daß nach Clément das Stickſtoffoxyd, welches ſich beſtändig wieder erzeugt, eine unendlich große Menge ſchweflichter Säure in Schwefelſäure umwandeln könnte, während nach Gay-Luſſac, nachdem die ſalpetrichte Säure in Salpeterſäure und Stickſtoffoxyd zerſetzt worden iſt, dieſes Letztere endlich ganz verſchwinden und die Umwandlung der ſchweflichten Säure zuletzt gänzlich aufhören würde. Wir werden weiter unten auf dieſe Frage wieder zurückkommen.

170. **Bau der Bleikammern.** Wir haben bereits früher bemerkt, daß die alten Chemiker ihre Schwefelſäure in gläſernen Ballonen bereiteten. Die Einführung der Bleikammern, als Erſatz für dieſelben, war eine vollkommene und glückliche Umgeſtaltung dieſer Kunſt. Von jener Zeit an hatte man verſucht, ſtatt des Bleis Glastafeln, oder glaſirte Backſteine zu nehmen, allein alle dieſe vorgeſchlagenen Abänderungen wurden untauglich befunden. Man hielt ſich demnach an die Bleikammern, obgleich ſie koſtſpielig ſind und unglücklicher Weiſe ziemlich ſchnell zu Grunde gehen. Chaptal verſuchte vor längerer Zeit das Innere einer von gewöhn-

lichem Mauerwerk aufgeführten Kammer mit einem aus gleichen Theilen Harz, Wachs und Terpentin bereiteten Kitt, den er kochendheiß auftrug, zu bekleiden, allein dieſer Verſuch mißlang, weil dieſer Kitt ohne Zweifel durch die Säure angegriffen wurde und die Bedeckung der Kammer nach einer achtzehen monatlichen Arbeit plötzlich herabſtürzte. Es iſt jedoch nicht unwahrſcheinlich, daß man noch dieſe Aufgabe löſen wird, allein wenige Fabrikanten werden den Verſuch im Großen wagen wollen, und um Verſuche im Kleinen anzuſtellen, müßte man dieß durchaus in einer Fabrik thun, welche beſtändig im Gange iſt, damit die angewendeten Stoffe ſtets dem Wechſel der Temperatur und der Einwirkung aller Subſtanzen ausgeſetzt wären, die im Verlaufe der Fabrikation nach einander in der Kammer vorhanden ſind. Wollte man nach dem Verfahren von Thénard und d'Arcet Kitte von verſchiedener Art auf gewöhnliche Steine noch heiß auftragen und dieſe in Kammern, worin Säure fabrizirt wird, einige Zeit lang laſſen, ſo würde man, glaube ich, dieſe Aufgabe zu löſen im Stande ſeyn. Es iſt nicht unwahrſcheinlich, daß ſich unter den vielen fetten und harzigen Stoffen einer fände, der die nöthigen Eigenſchaften in ſich vereinigte; man ſieht auch nicht wohl ein, was es in einer Kammer ſchaden könnte, wenn der Boden und die Decke derſelben aus Blei, und deren innere Seitenwände aber mit Backſteinen bekleidet wären, welche heiß mit einem Kitt, der durch die Säure nicht angegriffen würde, überzogen werden könnten.

171. Wir kommen nun auf die Bleikammern zurück, deren Name ſchon ihre Form im Allgemeinen bezeichnet. Es ſind dieß eigentlich große Behälter von rektangulärer Geſtalt, deren Boden auf Steinplatten ruht, welche in einer Höhe von 6 Fuß über dem Erdboden denſelben zur Stütze dienen und deren Seitenwände und Decke nach allen Seiten abgeſondert ſtehen und von einem an der Außenſeite befindlichen Gebälke gehalten werden, ſo daß ſie ringsum 6 Fuß von der Mauer und dem Dache des ſie einſchließenden Gebäudes abſtehen. Die Bleiplatten, aus welchen ſie beſtehen, ſind ſorgfältig zuſammen gelöthet und ſobald ein Entweichen der Gaſe Statt findet, kann man

vermöge der Iſolirung des Apparates dem Übel abhelfen. Die Einrichtung der Bleiplatten, woraus man die Kammern erbaut, kann im Weſentlichen von zweierlei Art ſeyn; jede derſelben hat ihre Nachtheile und Vortheile, ſo daß es in der That ſchwierig iſt, zu entſcheiden, welche von beiden vorgezogen zu werden verdient.

172. Die erſte Methode, welche man faſt beſtändig in Frankreich angewendet hat, beſteht darin, die Bleiplatten, woraus der Boden und die Wände der Kammer gemacht werden, mit einander zu verbinden, indem man den Rand eines Jeden umbiegt, ſo daß ſie bei ihrer Vereinigung einen koniſchen fünf Centimeter breiten und fünf Centimeter tiefen Falz bilden. Man ſchabt die innere Fläche dieſes Falzes rein ab, und gießt ein aus 1 Theil reinem Zinn und 2 Theilen Blei bereitetes Loth hinein. Die Bleiplatten, welche die Wände bilden, werden durch ein überzogenes Gebälke ſo gehalten, daß ihr Falz feſt davon gefaßt wird. Dieſelbe Methode befolgt man bei der Decke oder dem obern Theil der Kammer; nur mit dem Unterſchiede, daß die Bleitafeln, woraus ſie beſteht, ſechzehen bis achtzehen Centimeter an ihren Ränden zurückgebogen ſind, um ſo einen breiten Rand zu bilden, welcher außerhalb der Kammer zwiſchen zwei Balken eingeklemmt werden kann, deren Länge gleich der Breite der Kammer iſt. Die beiden auf die Balken umgebogenen Bleiplatten, laſſen einen koniſchen Falz zwiſchen ſich, den man mit dem erwähnten Loth ausfüllt. Dieſe Einrichtung gewährt Feſtigkeit und iſt nicht ſchwierig zu machen; allein ſie iſt koſtſpielig wegen der großen Menge Loth und der vielen Arbeit, welche ſie erfordert.

173. Die zweite Methode, welche ſeit langer Zeit ſchon in England angewendet und ſeit Kurzem auch in Frankreich eingeführt wurde, iſt von der vorhergehenden dadurch unterſchieden, daß die Löthung der Bleiplatten mittelſt des engliſchen Lothes geſchieht. Die Bleiplatten werden an ihren Rändern der ganzen Länge nach vier Centimeter breit rein abgeſchabt; hierauf legt man zwei Platten ſo aufeinander, daß die rein geſchabten Ränder einander berühren und gießt dann etwas reines Zinn zwiſchen ſie, welches aber

gröſstentheils durch einen ſtarken Druck wieder ausgepreßt wird. Dieſe ſo zuſammen gefügten Platten bilden gleichſam eine einzige große Tafel ohne irgend einen Punkt, mittelſt welchen ſie an das Gebälke gehalten werden könnten; man iſt deshalb auch genöthigt, die Decke der Kammer, ſo wie ihre Seitenwände mittelſt vieler Bleihaken feſtzuhalten, welche an der Kammer ſelbſt befeſtigt ſind und einen der Balken des äußern Gezimmers umfaſſen. Dieſe Einrichtung iſt ökonomiſch und zugleich dauerhaft, wenn die Löthung gut ausgeführt iſt; allein wenn man nicht im Stande war, den größern Theil des zwiſchen die Ränder der Bleitafeln gegoßnen Zinns wieder auszudrücken, ſo greift die Schwefelſäure dieſes Metall leicht an und löſt es bald auf, wodurch dann Fugen entſtehen, durch welche die Gaſe aus der Kammer entweichen können.

Dieſe Bemerkung veranlaßt uns, ſchließlich noch beſonders aufmerkſam zu machen, wie nöthig es iſt, die Bleikammern ſo zu bauen, daß ſie von allen Seiten abgeſondert ſtehen und ihre ſämmtlichen Theile deren Lichte wohl ausgeſetzt ſind. Da das Gebäude, welches ſie einſchließt, beinahe ſtets beſonders dazu gebaut wird, ſo würde es ein großer Fehler ſeyn, ſich nicht der Mittel zu verſichern, welche erforderlich ſind, um ihren Zuſtand beaufſichtigen und die ſchadhaft gewordenen Stellen leicht ausbeßern zu können. Letztere rühren entweder von urſprünglich bei der Konſtruktion begangenen Fehler oder von der Abnutzung, oder endlich, was nur zu häufig der Fall iſt, von unbemerkten Fehlern her, welche in den Bleiplatten vorhanden ſind und die von Zeit zu Zeit oft ſchon durch einen leichten Stoß ſichtbar werden können.

174. In jeder Bleikammer erhält man Schwefelſäure, allein die Menge derſelben hängt von mehr oder minder günſtigen Verhältnißen ab, denn die eine Kammer verdichtet in einer gegebenen Zeit alle Gaſe, während die andere eine mehr oder weniger beträchtliche Menge davon verloren gehen läßt. Die geeigneten Dimenſionen laſſen ſich nicht berechnen und die meiſten Fabrikanten, welche nur eine Kammer beſitzen, werden nur ſchwierig die Vorzüge oder Nachtheile genau ausmitteln können, welche aus den von ihnen

angenommenen Größenverhältnißen erwachſen. Man findet deshalb auch Kammern von allen Dimenſionen. Während man in Frankreich diejenigen für die beſten anſah, welche wenigſtens 5000 oder höchſtens 10000 Kubickfuß hielten, ſo baute man in England in gewiſſen Fabriken Kammern von 100000 Fuß Kubickinhalt; dagegen in andern vermehrte man die Anzahl der Kammern, indem man ihnen nur 1500 bis 2000 Fuß Kubickinhalt gab. Dieſelbe Ungewißheit trifft man noch heut zu Tage, denn während viele Fabrikanten darin übereinſtimmen, eine einzige Kammer von 20000 Kubickfuß als ſehr zweckmäßig zu betrachten, giebt es wieder andere, welche dieſen Raum wieder in mehrere auf einander folgende Kammern theilen, wie wir ſpäter ſehen werden.

So viel iſt gewiß, daß man nie dahin gelangen wird, alle Kammern mit Vortheil auf eine gleiche und unveränderliche Dimenſion zu reduziren. Man muß hierbei in Betracht ziehen: die mögliche Fabrikation, den Preis, zu welchen die Säure abgeſetzt werden kann, ſo wie andere rein merkantiliſche Rückſichten, welche in vielen Fällen, die aus den Dimenſionen ſich ergebenden Nachtheile oder Vortheile wieder vernichten könnten. Übrigens dürfte es nicht unwichtig ſeyn, die in einigen beſtimmten Fällen zu einer vollkommenen Verdichtung des Gaſes am meiſten geeigneten Dimenſionen einer Kammer genau kennen zu lernen. So viel iſt gewiß, daß man in den meiſten Fabriken noch weit entfernt iſt, ſo viel Säure zu gewinnen, als eigentlich möglich wäre, obgleich man jetzt ſchon weit mehr als früher erhält. Man kann dieſen Verluſt nur einem Fehler in den Dimenſionen der Kammer zuſchreiben; denn die einmal verdichtete Säure, kann nicht wieder im Verlaufe der aufeinander folgenden Operationen verlohren gehen.

175. Verbrennung des Schwefels in den Kammern. In jener Zeit, wo man anfing die Schwefelſäure mittelſt des Verfahrens von Lefèvre und Lémery zu bereiten, operirte man, wie bereits erwähnt worden, in Glasgefäßen. Dieſe Operation wurde folgendermaſſen ausgeführt: man wandte gläſerne Ballone mit weitem Hals von ungeheurer Größe an, die, wie man verſichert, ſelbſt bis 300 Liter faßten. In dieſe Ballone, welche in zwei Reihen,

die Hälſe nach außen gekehrt, auf einem langen Sandbad ſtunden, brachte man Waſſer. In jedem beinahe wagrecht ſtehenden Halſe befand ſich ein Ziegelſtein, auf welchen ein Arbeiter einen rothglühenden mit einem Gemenge von Schwefel und Salpeter angefüllten eiſernen Löffel ſetzte; der Hals wurde hierauf mit einem hölzernen Spund verſchloßen, man wiederholte dieß auf gleiche Weiſe beim darauffolgenden Ballon und fuhr ſo fort, die ſämmtlichen Ballone der Reihe nach zu bedienen, ſo daß man am Ende wieder zu dem erſten zurückkam in dem Augenblicke, wo die Verdichtung in demſelben beendigt war. Der Arbeiter hatte hier nun den Löffel wiederum heraus zu nehmen, einen neugefüllten an deſſen Stelle zu bringen und die Operation auf gleiche Weiſe wie vorher fortzuſezzen. So lange man ſich auf den Gebrauch gläſerner Gefäße beſchränkte, war an dieſem Verfahren nur wenig zu verbeſſern, weil alle Theile wohl geordnet und verbunden waren.

176. Man behielt eine ganz ähnliche Einrichtung bei, als man auf den Gedanken kam, durch Bleikammern die Glasgefäße zu erſetzen, deren Größe, obſchon ſehr beträchtlich, dennoch nothwendigerweiſe beſchränkt waren. Es iſt ſelten, daß bei menſchlichen Erfindungen der Ausgangspunkt nicht in der Folge einige Spur zurückläßt, die erſt nach langer Zeit ſich verwiſcht. Die Bleikammern waren anfangs klein, erſt nach und nach vergrößerten ſie ſich, bis man ihnen endlich 5 bis 10000 Fuß Kubickinhalt gab. Dieſe Kammern ſtellten den Ballon vor. Man brachte auf den Boden derſelben eine mehrere Zoll hohe Waſſerſchicht, und machte in eine der Wände eine Öffnung, welche die Stelle des Halſes des Ballons vertrat und mittelſt einer Schiebthür nach Belieben geöffnet und verſchloſſen werden konnte. Durch dieſe Thüre ſchob man einen eiſernen Wagen, worauf ſich eine oder mehrere Pfannen von Gußeiſen befanden, welche mit einem angezündeten Gemenge von Schwefel und Salpeter gefüllt waren. Letzterer wurde in dem Verhältniße von 12, 15 ja 20 Prozent genommen. War die Verbrennung beendigt und die Säure hinreichend in dem auf dem Boden befindlichen Waſſer verdichtet, ſo öffnete man die Thür, durch welche der Wagen hineingebracht wurde, und zog dieſen zurück, um

den Rückſtand fortzuſchaffen; er wurde nun aufs Neue beladen und die Operation wieder fortgeſetzt. In einigen Fabriken fand man es vortheilhafter, anſtatt den Boden der Kammer mit Waſſer zu bedecken, von Zeit zu Zeit mittelſt einer ſeiherförmig ſich endigenden Spritzpumpe Waſſer gegen die Wände zu ſpritzen. Die Säure, welche man auf ſolche Weiſe erhielt, hatte 40 bis 50 Grad nach dem Baumé'ſchen Areometer; ſie wurde hierauf in bleiernen Keſſeln bis auf 60° abgeraucht und dann in gläſernen Retorten konzentrirt, welche in doppelten Reihen zu 20 oder 40 Stk. in einem Sandbade ſtunden, welches durch ein einziges Feuer, das der Länge nach unter demſelben wegſtrich, geheitzt wurde. Die Konzentration wurde bis auf 66° getrieben. Damals erhielten die geſchickteſten Fabrikanten ſelten 200 Säure, gewöhnlich aber nur ungefähr 150 für 100 angewandten Schwefel. 100 Thl. Schwefel aber, ſollten wenigſtens 306 Säure geben, denn wenn man die Säure zu 66° als eine reine Verbindung von Waſſer und Schwefelſäure in beſtimmtem Verhältniße annimmt, ſo findet man, daß dieſelbe beſteht aus:

Schwefel	100,58
Sauerſtoff	150,00
Waſſer	56,24
	306,82

was, wenn man die Brüche unbeachtet läßt, gerade 306 giebt. Man müßte, nach Parkes, noch 12 Thl. Waſſer hinzufügen, was dann im Ganzen 318 Säure zu 66° oder 1,84 ſpez. Gewicht ausmachen würde.

Jetzt iſt man in der Fabrikation viel weiter fortgeſchritten, demungeachtet aber erhalten doch die meiſten Fabrikanten nicht mehr als 250 bis 260 Säure zu 66° für 100 Schwefel *). Dieſer Verluſt hängt ohne Zweifel von

*) Hr. d'Arcet, der ſich überhaupt um die techniſche Chemie in Frankreich ſo hochverdient gemacht, hat auch die Schwefelſäurefabrikation möglichſt vervollkommnet. Hr. d Arcet erhält nämlich in den nach ſeiner Methode beſonders konſtruirten Kammern von 100 Schwefel 320 gewöhnliche Schwefelſäure von 66° B. Obgleich dieß mehr iſt, als die Theorie zu liefern verſpricht, ſo iſt doch Hr. d'Arcet des konſtanten Erfolges gewiß und iſt bereit, ihn Jeden, der nach ſeiner Angabe die Kammern baut und die Fabrikation leitet, zu

ſehr feinen unbemerkbaren Urſachen ab, denn außerdem würde derſelbe längſt ſchon durch die ſehr geſchickten Perſonen vermieden worden ſeyn, welche ſich mit dieſer Fabrikation befaßt haben.

177. Die jetzt exiſtirenden Fabriken befolgen zweierlei Verfahrungsarten; die eine, bereits ſchon ziemlich alte, beſteht darin, daß die Verbrennung in verſchloſſenen Räumen vorgenommen wird. Dieſe iſt alſo, wie man ſogleich ſieht, die Methode mit den Ballonen, die der Kammern mit Wagen, oder auch die der neuern Kammern, in welchen der Wagen durch einen feſtſtehenden Ofen erſetzt wurde. Die zweite neuere Verfahrungsweiſe wurde 1774 von einem Kattunfabrikanten in Rouen, der die Bleikammern in Frankreich einführte, angegeben und zuerſt verſucht. Dieſe Art iſt weſentlich von der vorhergehenden dadurch verſchieden, daß die Kammer nicht verſchloſſen iſt, und daß ein darin angebrachter Schornſtein einen beſtändigen Luftzug unterhält. Dieſes ſehr ſinnreiche Verfahren wurde anfangs ſchlecht aufgenommen, bis endlich Chaptal ihm ſeinen Erfolg ſicherte. Wir wollen beide Methoden nun beſchreiben.

178. Unter den gegenwärtig üblichen Verfahrungsarten wird die älteſte die Methode mit unterbrochener Verbrennung genannt. Eigentlich iſt dieſe nichts anderes als eine leichte Abänderung des Verfahrens mit dem Wagen. Anſtatt von Zeit zu Zeit eine mit brennendem Schwefel gefüllte Pfanne hineinzuſchieben, ſtellte man in das Innere der Kammer einen Ofen, auf welchem ſich gußeiſerne, breite, flache mit kurzem Rande verſehene Pfannen befinden, die man Verbrennungsſchalen (patères) nannte. Man füllt dieſe mit einem Gemenge von Schwefel und Salpeter oder auch blos mit Schwefel, wenn man Stickſtoffoxyd mittelſt Salpeterſäure und einer Pflanzenſubſtanz in die Kammer bringt. Sobald der Schwefel verbrannt iſt und die Kammer ſich mit ſchweflichter und ſalpetrichter Säure

---

garantiren. Nach deſſen mündlicher Äußerung, dürfte dieſes mit der chemiſchen Proportionslehre im Widerſpruche ſtehende praktiſche Reſultat nur daraus zu erklären ſeyn, daß der Waſſergehalt der Schwefelſäure von 66° B. noch nicht genau genug beſtimmt worden iſt. A. u. E.

angefüllt hat, ſo läßt man eine beſtimmte Menge Waſſerdampf aus einem kleinen Dampfkeſſel hineinſtrömen. Dringt der Dampf unter etwas ſtarkem Drucke in die Kammer, ſo bildet derſelbe einen Strahl, der kräftig genug wirkt, um in dem Gasgemenge eine heftige Bewegung hervorzubringen, welche die Verbindung deſſelben begünſtigt. Während ſich der Waſſerdampf verdichtet, ſchlägt er die Schwefelſäure mit nieder, und es entſteht dadurch ein leerer Raum in der Kammer, der jedoch bald mittelſt der vorhandenen Klappen durch die von außen hereindringende Luft ſich wieder füllt. Nach Verlauf von einigen Stunden iſt die Verdichtung vollendet, die Atmosphäre der Kammer vermittelſt der Klappen wieder erneuert und man kann nun eine neue Operation beginnen. In dieſen Fabriken bringt man die Säure bis auf 45 oder 50°. Baumé.

179. Wir gehen jetzt zu der ausführlichen Darſtellung dieſes Verfahrens über, wie es von Payen ausgeführt worden iſt.

Nehmen wir an, es handle ſich darum, daſſelbe in einer Kammer A Tafel 7. Fig. 3. von 20000 Fuß Kubickinhalt in Ausführung zu bringen. Die Erfahrung lehrte, daß die günſtigſten Verhältniſſe für die Länge 50 Fuß, für die Breite 27 Fuß und für die Höhe 15 Fuß ſind. Zwar kann man dieſes Verfahren in jeder Kammer anwenden, allein ſorgfältig angeſtellte Beobachtungen zeigten, daß der Erfolg um ſo zuverläßiger iſt, wenn die Größenverhältniſſe den angegebenen entweder proportional oder gleich ſind. Ein bleierner Zylinder B von 8 Fuß im Durchmeſſer und 6 Fuß Höhe geht 10 Zoll über den Boden CC an einem Ende der Kammer in dieſe hinein. Dieſer Zylinder iſt innen in DD aufgebogen, wodurch eine mit dem Zylinder konzentriſch laufende Rinne gebildet wird, in welcher man ſtets ein gleiches Niveau von Säure GG erhält, um die ſtarke Erhitzung des Blei's zu vermeiden und um zugleich die Wärme vortheilhaft zu benützen, welche die nun hinzukommende Säure beſtändig konzentrirt. Das Ganze ruht auf einer Mauer H, in deren Mitte eine hohle ſchalenförmige Platte K von Gußeiſen ſich befindet, welche 3 Fuß 4 Zoll im Durchmeſſer,

1 Zoll dicke und 3 Zoll hohe Ränder hat. Unterhalb derſelben iſt eine Feuerſtelle LL, welche die ganze Fläche ihres Bodens zu erhitzen beſtimmt iſt. Gleich hoch mit dem Rande dieſer Platte, iſt in dem bleiernen Zylinder eine Thür M von 2 Fuß Höhe und 18 Zoll Breite angebracht, welche an der Unterſeite mit einem Loche N von 1 Zoll im Durchmeſſer verſehen iſt; an dem andern Ende der Kammer ſind 2 mit Waſſer geſperrte Klappen P von 18 Zoll im Quadrat vorhanden, über welchen die beiden hölzernen Schornſteine Q ſich befinden, die ſo hoch (wenigſtens 15 Fuß) hinaufgeführt ſind, daß ſie einen ſtarken Luftzug bewirken können. Soll die Arbeit begonnen werden, ſo zündet man, nachdem die Thüre und die Klappen geſchloſſen worden, das Feuer unter der Platte an; iſt dieſe ſo heiß geworden, daß eine Hand voll Schwefel, auf dieſelbe geworfen, ſich augenblicklich entzündet, ſo füllt man ſie mit Schwefel, wovon man für jede Operation 50 Kilogr. nöthig hat. Zu gleicher Zeit bringt man in eine Platinſchale R, welche auf einem eiſernen Dreifuß ruht, ein Gemenge von 4 Kilogr. 300 Gr. Salpeterſäure und 500 Gr. Zuckerſyrup. Das ſich in Maſſe entbindende Stickſtoffoxyd ſtrömt auf dieſe Weiſe über den brennenden Schwefel hin und mengt ſich ſchnell mit dem ſchweflichtſauren Gas. Mit der Gasentbindung fährt man fort, bis die Erzeugung des Stickſtoffoxydes aufhört, und gewinnt dann aus dem Rückſtande Sauerkleeſäure. Ungefähr zwei Stunden nachdem die Verbrennung des Schwefels begonnen hat, öffnet man den Hahn eines Dampfkeſſels S, deſſen Röhre in die Mitte der Kammer geht; dieſe Röhre T hat 1 Zoll im Durchmeſſer, dagegen iſt ihre Öffnung in U nur 6 Linien weit, damit der Dampf gewaltſam heraus zu dringen genöthigt werde. Das Einſtrömen des Dampfes muß ſo lange dauern, bis die zur Verdichtung der Säure nöthige Menge davon in die Kammer getreten iſt. Zu jeder Operation ſind 50 Kilogr. erforderlich; die Heizfläche des Keſſels, welche dieſe Maſſe von Dampf erzeugen ſoll, hat 5 Quadratfuß. Einige Minuten nachdem das Einſtrömen des Dampfes in die Kammer begonnen hat, kann man ſchon die Verdichtung im Innern wahrnehmen; man

muß dann das kleine in der Thüre des Zylinders angebrachte Loch N öffnen, um der atmosphäriſchen Luft Zutritt zu verſchaffen. Die Verbrennung des Schwefels und die Entbindung des Stickſtofforyds ſind wenigſtens eine Stunde eher als das Einſtrömen des Waſſerdampfes beendigt; hat auch letztere aufgehört, ſo läßt man die Dämpfe, nachdem alle Zugänge verſchloſſen worden, ſich ruhig verdichten. Iſt die Verdichtung endlich vollendet, ſo öffnet man die Thüre des Zylinders und die beiden Klappen, um die Luft in der Kammer ſo vollkommen als möglich zu erneuern, und beginnt hierauf mit einer neuen Operation.

Man kann deren vier in vier und zwanzig Stunden vornehmen, allein bei fortgeſetzter Arbeit bietet dieß ſchon Schwierigkeiten dar; zweckmäßiger iſt es, nur dreimal während 24 Stunden die Arbeit zu erneuern, ja ſogar es iſt vorzuziehen nur zweimal des Tags zu arbeiten, indem man mehr Produkt erhält und minder ſorgfältig zu wachen nöthig hat, weil man weniger Unfällen ausgeſetzt iſt. Die Verdichtung iſt in dem letztern Falle vollkommner und die Bleiplatten der Kammer, welche dann weniger dem Wechſel der Temperatur ausgeſetzt ſind, werden minder angegriffen.

Der ganze Boden der Kammer muß beſtändig mit einer Schicht von Flüſſigkeit bedeckt ſeyn. Da er eine Neigung von 18 Centimeter hat, ſo ſteht dieſe Flüſſigkeitsſchicht an dem einen Ende 22 Centimeter und an dem andern 4 Cent. hoch; man darf deshalb jeden Tag nur diejenige Menge Säure abzapfen, welches dieſes Niveau überſchreitet. Die ſo täglich gewonnene Säure muß ungefähr 40° nach Baumé haben; man kann ſie etwas ſtärker erhalten und einige Fabrikanten thun dieß in der Abſicht, um das zur Konzentration nöthige Brennmaterial zu ſparen; allein ſie bekommen dann weniger Säure. Hat man die Säure in der Kammer ſogar bis auf 50° und darüber gebracht, ſo abſobirt ſie bei dieſem ſpezif. Gewichte einen Theil der ſalpetrichten Säure, welche ihr nur ſchwer bei der Konzentration wieder entriſſen werden kann; dieſe Nachtheile heben dann die durch die verminderten Abdampfungsunkoſten erzielte Erſparniß nicht nur gänzlich wieder auf, ſondern können ſelbſt dieſe noch über-

wiegen. Die auf dieſem Wege erhaltene Säure enthält beinahe keinen ſchwefelſauren Kalk (Gyps), da alles erforderliche Waſſer als Dampf in die Kammer gelangt und mithin deſtillirtes Waſſer iſt. *)

Geht man bei dieſem Verfahren mit Vorſicht und Aufmerkſamkeit zu Werke, ſo kann man ſelbſt 300 Säure zu 66° für 100 Schwefel erhalten. Sollte auch in dieſer Angabe etwas Übertreibung ſeyn, ſo weiß ich doch von einem Fabrikanten, der ein nach dieſer Angabe eingerichtetes Etabliſſement beſitzt, daß er bei angeſtelltem Vergleiche zwiſchen ſeiner alten und neuen Kammer einen entſchiedenen Vortheil bei der Letztern fand, durch welche er jene erſetzte.

180. Ein Umſtand bei dieſer Fabrikation kann manchfache Unfälle herbeiführen; es iſt dieß nämlich die Zerſtörung der ſalpetrichten Säure in Folge ihrer Umwandlung in Salpeterſäure. Später werden wir ſehen, daß die ſalpetrichte Säure in Berührung mit Waſſer und einer reichlichen Menge Luft dieſe Umänderung in vollkommenem Maaße erleidet. Das Waſſer zerſetzt dieſelbe in Salpeterſäure und Stickſtoffoxyd; dieſes, nachdem es gasförmig geworden, entbindet ſich, kommt mit der Luft in Berührung und geht nun wieder in ſalpetrichte Säure über, welche aufs Neue auf das Waſſer einwirkt und ſo beſtändig fort. Man begreift wohl, daß, wenn das in den Kammern befindliche Waſſer dieſe Wirkung hervorbringen könnte, ſich kaum Schwefelſäure bilden würde, indem alle ſalpetrichte Säure vom Anfange der Verdichtung an zerſtört werden müßte. Ob gleich nun das reine Waſſer auf ſolche Weiſe wirkt, ſo ſcheint doch das mit Schwefelſäure geſchwängerte hierzu untauglich zu ſeyn. Aus dieſem Grunde iſt es alſo nöthig in der Kammer beſtändig Säure von 12 bis 15° zu laſſen. Würde man dagegen bloß reines Waſſer hinein bringen, ſo iſt wohl kein Zweifel, daß man faſt keine Schwefelſäure erhalten würde. Derſelbe Fall fände auch Statt, wenn man den Dampf zu ſchnell in

*) Es verſteht ſich, daß hier nur die Rede von kalkhaltigem Waſſer iſt. Hätte man Waſſer, welches keine Kalkſalze enthielte, ſo käme dieſe Rückſicht gar nicht in Betracht.

die Kammer ſtrömen ließe, ſo daß er im Verhältniß zu dem Gaſe in zu großer Menge vorhanden wäre. Dieſe praktiſchen Erfolge laſſen ſich beßer nach Gay-Luſſac's Theorie als nach der von Clément erklären, weil Letzterer nur die ſalpetrichte Säure im Gaszuſtande in der Kammer annimmt, während Gay-Luſſac ſolche als einen Beſtandtheil der Kryſtalle betrachtet, welche durch das Waſſer zerſetzt werden. Auf dieſe Weiſe würde die ſalpetrichte Säure nothwendigerweiſe in Berührung mit dem Waſſer kommen, während im andern Falle dieſe Berührung nur zufällig Statt fände (169). Übrigens wäre ſowohl nach der einen ſo wie nach der andern Annahme die Thatſache erklärlich und das Mittel, ihr zu begegnen, würde das Nämliche ſeyn.

Wenn man wegen vorzunehmender Reparaturen oder aus andern Gründen genöthigt war, alle in der Kammer befindliche Säure herauszunehmen, ſo muß man, ehe man die Arbeit aufs Neue beginnt, den ganzen Boden wiederum mit ſchwacher Säure von 10 bis 12° Baumé bedecken; denn brächte man nur reines Waſſer oder vielleicht nichts in die Kammer, ſo würde man Gefahr laufen nur wenig oder kein Produkt zu erhalten. Viele Fabrikanten, welche dieſen Punkt nicht beachteten, ſcheiterten ſchon vollkommen an dem Verſuche, welchen ſie mit dieſem Verfahren anſtellten, das ohne dieſen Fehler ſehr gute Reſultate hätte liefern können.

181. Die ſalpetrichte Säure zu ſparen, iſt gewiß ein ſehr weſentlicher Punkt bei dieſer Fabrikation und deshalb haben auch in der letztern Zeit die ältern Methoden große Abänderungen erlitten.

Ehedem vermengte man den Schwefel nur oberflächlich mit 12 bis 15 Prozent Salpeter, breitete dieſe Gemenge in den Verbrennungsſchalen aus und warf im Anfang der Operation an verſchiedene Punkte derſelben kleine Portionen des brennenden Gemenges, um die Maſſe zu entzünden. Man bekam auf dieſe Weiſe ſchweflichtſaures Gas, Stickſtoffoxyd und als Rückſtand ſchwefelſaures Kali. Später kam man auf den Gedanken, Stärke oder Zuckerſyrup in einem beſondern Kolben mit Salpeterſäure zu behandeln; man leitete das Stickſtoffoxyd durch eine Röhre in die Kammer und ver-

brannte zu gleicher Zeit auf den eiſernen Platten reinen Schwefel. Auf dieſe Weiſe erhielt man ſchweflichtſaures Gas, Stickſtoffoxyd und Oxalſäure. Als man aber bemerkte, daß die Gaſe ſich ſchwierig mengten, ſo ließen Payen und Cartier die Salpeterſäure in Platinſchalen mitten in dem brennenden Schwefel auf die Stärke einwirken. Es war jedoch ſchwer dieſes Verfahren allgemein einzuführen; denn der Abſatz der Sauerkleeſäure in Frankreich iſt äußerſt gering und die Engländer können übrigens auch dieſelbe zu einem ſo niedrigen Preis liefern, daß unſere Fabrikanten unmöglich mit ihnen zu konkurriren im Stande waren. Der Gewinn, den dieſe Fabrikation abwirft, iſt demnach zu gering, um den Verluſt an Salpeterſäure, welchen ſie veranlaßt, wieder zu decken. Da die Einwirkung ſehr raſch von Statten geht, ſo wird ein Theil derſelben in Stickſtoffoxydul, ja ſelbſt in Stickſtoff reduzirt, welche Gaſe für die Schwefelſäurebereitung ganz untauglich ſind.

Um dieſen Verluſt zu vermeiden und um zu gleicher Zeit die Entbindung der ſalpetrichten Säure, nach dem Belieben des Fabrikanten, unabhängig von der ſchweflichten Säure zu machen, ſo wendet man nun allgemein ein ſehr einfaches Mittel an, welches ſich auf eine Reaktion anderer Art gründet. Die ſchweflichte Säure und Salpeterſäure in Gasgeſtalt mit einander in Berührung gebracht, verwandeln ſich in Schwefelſäure und ſalpetrichte Säure in dem Augenblicke der Miſchung und erzeugen dann die nämliche kryſtalliniſche Verbindung, von der bereits oben die Rede war. Es genügt alſo ſchon, wenn man Salpeterſäure in Dampfform mitten in ſchweflichtſaures Gas ſtreichen läßt. Um dieß zu erreichen, ſtellt man auf die Schale, worauf die Verbrennung des Schwefels Statt findet, einen kleinen Keſſel von Gußeiſen, der ein Gemenge von Salpeter und Schwefelſäure enthält. Die ſalpeterſauren Dämpfe treffen mit der ſchweflichten Säure zuſammen, verwandeln ſie in Schwefelſäure, gehen dadurch ſelbſt in ſalpetrichte Säure über, die Kryſtalle bilden ſich, werden wieder durch das Waſſer zerſetzt u. ſ. w.

Bei allen dieſen Verfahrungsarten muß man ſtets Sorge tragen, daß ſich das ſchweflichtſaure Gas bilde, ehe ſich

das Stickſtoffoxyd, die ſalpetrichte Säure oder die ſalpeterſauren Dämpfe entbinden, und mit der Erzeugung dieſer Letztern noch immer fortzufahren, nachdem der Schwefel zu brennen ſchon aufgehört hat, wenn nämlich in der Kammer mit Unterbrechung gearbeitet wird.

182. Nach dem von Chaptal angenommenen Syſtem, welches man mit dem Namen der Methode der ununterbrochenen Verbrennung bezeichnete, errichtet man außerhalb der Kammer einen Ofen, in welchem die Verbrennung des Schwefels vorgenommen wird. Das ſchweflichtſaure Gas wird in die Kammer geleitet mittelſt eines kurzen Schornſteinrohrs und um einen Zug zu bewirken, errichtet man in der entgegengeſetzten Ecke der Kammer einen Schornſtein, der beſtändig offen bleibt, oder man ſtellt auch den Ofen ſo, daß er eine Eiſenplatte erhitzt, die ſich im Innern der Kammer in einer der Ecken etwas über dem Niveau des Bodens befindet. Durch eine Schiebthür, welche vor der Platte angebracht iſt, wird dieſe nach Belieben gefüllt und wieder entleert, und durch ein kleines in der Thür zwei Zoll hoch über dem Niveau des Schwefels befindliches Loch ſtrömt die zur Verbrennung nöthige Luft ein. Der Boden der Kammer iſt mit Waſſer bedeckt, welches ſowohl zur Bildung als zur Verdichtung der Schwefelſäure dient. Dieſes Verfahren bietet durch die ununterbrochen fortgeſetzte Arbeit große Vortheile dar; denn ſobald die Säure der Kammer 40 bis 45° B zeigt, ſo läßt man einen Theil derſelben ab und erſetzt ſie wieder durch eine entſprechende Menge Waſſer. Man würde die Säure, ohne der Verdichtung zu ſchaden, nicht ſtärker als 45° B erhalten können. Wenn die Verbrennung ununterbrochen fort Statt findet, ſo kann man in einer Kammer von den angegebenen Dimenſionen täglich mehr Schwefel verbrennen als in einer ähnlichen Kammer, in welcher mit Unterbrechung gearbeitet wird. Dieſer Vortheil aber wird wieder, wenn man nur eine einzige Kammer anwendet, durch den Verluſt an ſchweflichter Säure und Schwefelſäure aufgehoben, der unaufhörlich durch den Zug verurſacht wird. Auch erhält man weniger Schwefelſäure auf dieſe Weiſe, als durch die andere Methode. Außerdem

zeigen ſich noch bedeutende Nachtheile, die zwar durch eine gute Einrichtung des Ofens vermieden werden können, gegen welche man ſich aber nicht immer mit vollkommner Sicherheit verwahren kann. Wollte man die Platte ſehr ſtark erhitzen, ſo würde der größte Theil des Schwefels ſich verflüchtigen ohne zu verbrennen und dann als Schwefelblumen in die Flüſſigkeit der Kammer niederfallen. Daſſelbe würde ſich ereignen, wenn man nicht genug erhitzte, und der Schwefel ſich nicht ſchnell entzündete. Dieſe übertriebenen Annahmen finden jedoch wirklich nicht Statt, allein etwas Ähnliches zeigt ſich von Zeit zu Zeit, wenn nämlich das Material zur Heitzung der Platten ſeiner Natur nach fähig iſt, veränderliche Wirkungen zu erzeugen und die Verbrennung des Schwefels oder des Gemenges ſelbſt Veranlaßung zu einem jeden Augenblick veränderlichen hohen Temperaturſtand geben kann. Wollte man endlich, wenn die Platten etwas zu ſtark erhitzt ſind, die Sublimation des Schwefels vermeiden, ſo dürfte man nur den Zug befördern, was aber nothwendigerweiſe einen beträchtlichen Verluſt an ſchweflichter und ſalpetrichter Säure herbeiführen müßte, ſo daß ein Theil des ſchweflichtſauren Gaſes fortgeriſſen würde und der andere, theilweiſe der ſalpetrichten Säure beraubt, ſich nur unvollkommen verdichten könnte. Aus dieſen Bemerkungen erklärt ſich, warum Chaptal, wenn er alle Fehler ſeiner Öfen vergrößerte, nach Belieben entweder Schwefelblumen oder ſchweflichte Säure erhalten konnte, während er mit einem gut regulirten Ofen nur Schwefelſäure erhielt.

Dieſe Verflüchtigung des Schwefels iſt ein Hauptfehler. Derſelbe zeigt ſich in den Kammern mit unterbrochener Verbrennung und das einzige Mittel, was man zu ſeiner Vermeidung anwenden könnte, beruht leider in der Anwendung auf einem unſichern Grunde. Es iſt dieß nämlich die einſichtsvolle Leitung der Verbrennung, welche allein von der Gewohnheit und der Aufmerkſamkeit des Arbeiters abhängt, der ſie beaufſichtigt. Hat ſich aber ein Unfall ereignet, ſo kann man demſelben leicht wieder auf folgende Weiſe abhelfen: man läßt die Säure ſich ruhig abſetzen, zieht den geklärten Theil ab, wäſcht den zurückbleibenden Schwefel in

bleiernen Käſten und trocknet ihn nachher an der Luft. Dieſer Schwefel wird dann wieder verbrannt und das Waſchwaſſer in die Kammer gegoſſen.

183. Das Vorhandenſeyn des Schwefels in der Säure würde bedeutenden Verluſt verurſachen, wenn man nicht Sorge trüge, ihn ruhig abſetzen zu laſſen, und man etwa die damit noch verunreinigte Säure ſogleich konzentriren wollte. Während der Konzentration würde der Schwefel auf die Schwefelſäure wirken und ſich nicht nur ſelbſt, ſondern auch Letztere in ſchweflichte Säure verwandeln. 100 Th. Schwefel würden 612 Th. Schwefelſäure v. 66° zerſetzen, ſo daß, wenn man zu dieſer Letztern diejenige Säuremenge hinzufügt, welche die 100 Th. Schwefel hätten hervorbringen können, ein reiner Verluſt von 918 Thl. konzentrirter Säure von 66° dadurch erwachſen müßte. Man kann nicht genug die Aufmerkſamkeit der Fabrikanten auf dieſen Punkt hinlenken, wenn es noch, wie Kuhlmann verſichert, ſolche giebt, welche ihre Säure abrauchen, ohne den Schwefel vorher abzuſondern.

Dieſer Chemiker hat Säuren geſehen, welche durch die Gegenwart des ſehr fein zertheilten Schwefels milchig wurden und ſich nicht mehr durch Ruhe klärten. In dieſem Falle iſt es einleuchtend, daß man zur Filtration durch einige Sandſchichten ſeine Zuflucht nehmen muß; allein in allen Fabriken, welche ich geſehen habe, war die Säure klar, während der Schwefel ſich auf dem Boden der Kammern abgeſetzt hatte. Dieſe Verſchiedenheiten laſſen ſich leicht erklären und mögen wohl von der mehr oder minder feinen Zertheilung des Schwefels herrühren. Die einzigen Regeln, welche man in Beziehung auf dieſen Gegenſtand geben kann, beſtehen im Allgemeinen darin: die Sublimation des Schwefels, wo möglich zu vermeiden und wenn ſie wirklich Statt gefunden hat, dieſen durch ruhiges Abſetzen oder durch Filtration zu entfernen.

184. Dieſe Nachtheile haben die Anwendung der ununterbrochenen Verbrennung ſehr unſicher gemacht. Ja, man darf wohl ſagen, daß bei allen Fabrikanten, welche dieſes Verfahren nur mit einer Kammer auszuführen verſuchten, der Erfolg ſchlecht war. Zwei Dinge ſind eigentlich bei die-

ſem Syſtem zu befürchten, das eine davon betrifft die Verbrennung ſelbſt. Wollte man ſorgfältig die örtlichen Umſtände beachten, ſo würde man immer im Stande ſeyn, ſie entweder gänzlich oder doch wenigſtens einigermaßen zu reguliren. Der andere Gegenſtand betrifft die Verdichtung. Es iſt leicht einzuſehen, daß dieſe nicht gehörig vor ſich gehen kann, wenn die Säure der Kammer ſchon ziemlich konzentrirt iſt; allein eben ſo wenig iſt man auch im Stande, dieſelbe immer im ſchwachen Zuſtande zu erhalten. Die Theorie giebt hier an, daß man in dieſem Falle die Gaſe in eine ſehr lange geneigte Röhre ſtreichen laſſen und in entgegengeſetzter Richtung einen Strom Waſſer ganz langſam durchleiten müßte, ſo daß bei ihrem Eintritt die Gaſe in Berührung mit Säure von 5° und nahe bei ihrem Austritt aus der Röhre mit reinem oder wenigſtens beinahe reinem Waſſer zuſammen kommen.

Seit einigen Jahren benützen mehrere Fabrikanten einen beinahe ähnlichen Apparat, welcher aber noch von keinem derſelben weder dem Prinzipe nach, noch in ſeinen einzelnen Theilen bekannt gemacht worden wäre. Payen und Cartier dagegen haben erſt vor Kurzem ein Verfahren dieſer Art, welches ihnen ſehr befriedigende Reſultate gab, bekannt gemacht. (Annales de l'Industrie t. 1.) Sie erhalten wenigſtens 300 Säure für 100 Schwefel, was beweiſt, daß ihr Verluſt nicht größer iſt, als in den Kammern mit unterbrochener Arbeit. Ihr Apparat beſteht aus einem Verbrennungsofen, welcher mit der erſten Kammer in unmittelbarer Verbindung ſteht; aus dieſer gehen die Gaſe in eine zweite, welche wiederum in eine dritte mündet und dieſe endlich in eine vierte, je nachdem es das Bedürfniß erheiſcht. Die letzte Kammer hat keinen Schornſtein, denn dieſer iſt von ihr entfernt und durch einen ſanft geneigten Kanal damit verbunden. In der erſten Kammer erhält man Säure von 48 oder 50°, in der zweiten von 38 bis 40° und in der dritten von 15 bis 18°. Die Böden der verſchiedenen Kammern erheben ſich nach einander dergeſtalt, daß man mittelſt eines Hebers einen Theil der Säure aus der zweiten in die erſte und aus der dritten in die zweite leiten kann, ſo bald

man nämlich aus der erſten Kammer Säure zur Abdampfung abzieht. Übrigens ſpritzt man beſtändig Waſſerdampf in die Endröhre und auch von Zeit zu Zeit in jede der einzelnen Kammern, um die Verdichtung zu befördern.

Vergleicht man dieſen letztern Apparat mit demjenigen, in welchem die Verbrennung mit Unterbrechung vorgenommen wird, ſo erkennt man leicht, welche großen Vortheile er gewährt. Jede Kammer wird in ziemlich gleicher Temperatur erhalten, wodurch die nachtheiligen Veränderungen vermieden werden, welche die Bleiplatten durch das zu häufige und zu raſche Zuſammenziehen und Ausdehnen erleiden. Die Verbrennungsſchalen werden aus demſelben Grunde ebenfalls weniger abgenuzt. Die erhaltene Menge Säure iſt für eine gegebene Zeit und in Kammern von gleichem Rauminhalt beinahe ein Drittel größer. Das Arbeitslohn koſtet um die Hälfte weniger und das zum Verbrennen des Schwefels nöthige Brennmaterial iſt um $\frac{9}{10}$ reduzirt. Man erhitzt auch wirklich die Verbrennungspfanne nur im Anfange; iſt der Schwefel einmal entzündet, ſo ſetzt ſich die Verbrennung von ſelbſt weiter fort. Der Zuſatz von Salpeter beträgt nicht mehr als 8 Prozent.

Übrigens iſt es ſehr leicht beide Syſteme mit einander zu verbinden und in den Kammern ununterbrochen zu arbeiten, während man zugleich die bereits beſchriebene Einrichtung nach Payen und Cartier beibehält. Es würde dann nach ihrer Angabe hinreichend ſeyn, nach und nach das Zuſtrömen der Luft in dem Verbrennungsofen zu hemmen, endlich dieſelbe ganz abzuſchließen und dagegen fortzufahren, in die Kammern Dampf ſtrömen zu laſſen, und endlich die Luft in denſelben zu erneuern ſobald die Verdichtung beendigt iſt.

185. Konzentration der Schwefelſäure. Da die Säure der Bleikammern nur von einer zwiſchen 40 und 50° B ſchwankenden Stärke erhalten werden kann, ſo muß dieſelbe nachher noch konzentrirt werden, um ſie auf 66° zu bringen, ſo wie ſie im Handel gewöhnlich gefordert wird. Es muß hier als weſentlich bemerkt werden, daß die meiſten Operationen, welche eine Anwendung der Schwefelſäure erheiſchen, ohne weiters mit der unmittelbar von der Kam-

mer kommenden ausgeführt werden können. Man hat die Anwendung dieſer Säure vielfach bei techniſchen Zwecken eingeführt, und die Konſumenten wenden ſie viel lieber an, weil ſie die Koſten der Konzentration erſparen. Wenn ein Fabrikant Schwefelſäure von 50° oder darunter anwendet, ſo kann er ſich ſtets der unmittelbar aus der Kammer kommenden Säure bedienen, wenn nicht die vermehrten Transportkoſten den Unterſchied des Preiſes wieder aufwiegen würden.

186. Der Hauptzweck der Konzentration beſteht darin, die Säure, wie ſie aus den Kammern kommt, von dem überſchüſſigen Waſſer zu befreien. Dieſe Operation zerfällt in zwei ganz verſchiedene Arbeiten. Die erſte kann in Bleigefäßen ausgeführt werden, die andere dagegen erfordert die Anwendung von Glas- oder Platingefäßen.

Man kann die Säure in Bleigefäßen nur bis zu einem gewiſſen Grade erhitzen, denn es tritt ein Zeitpunkt ein, wo das Blei angegriffen und ſogar geſchmolzen werden würde. Wenn die ſchwache Säure nur wenig auf das Blei einwirkt, ſo verwandelt dagegen die konzentrirte ſiedende Säure dieſes Metall in ein ſchwefelſaures Salz, indem ſie ſelbſt hierbei zum Theil in ſchweflichte Säure übergeht. Außerdem aber ſiedet auch die konzentrirte Säure erſt bei 310°, während das Blei ſchon bei 260° ſchmilzt. Da man nun die letzten Antheile Waſſer nicht verjagen kann, ohne die Säure auf den Siedepunkt zu erhitzen, ſo iſt es klar, daß eine Grenze vorhanden iſt, welche nicht überſchritten werden darf. Dieſe Grenze iſt in den Fabriken etwas verſchieden. Einige Fabrikanten ſind mehr, andere minder dreiſt in dieſer Beziehung. Chaptal konzentrirte ſeine Säure bis zu 60° B in den Bleikeſſeln, andere hören bei 55° auf und die Beſorgteſten ſchon bei 50°. Es iſt in dieſer Beziehung eine wichtige Bemerkung zu machen, nämlich daß bei Annäherung dieſer letztern Konzentrationspunkte der Siedepunkt der Säure ungemein ſchnell ſteigt. Eine Säure von 15° B. z. B. ſiedet bei 104° C. und die von 25° ſiedet bei 108° C.; hier findet alſo ein Steigen von $\frac{4}{10}$ Thermometer Grad für jeden Grad des Areometers Statt. Die Säure von 50° B. aber

ſiedet bei 145° C. während dagegen Säure von 60° B. ſchon 195° C. zum Kochen erfordert, was eine Temperaturerhöhung von 50° C. im Ganzen oder 5° C. für jeden Areometergrad beträgt. Endlich finden wir, daß von 60° B. zu 66° B. der Siedepunkt von 195° C. bis auf 310° C. ſteigt, was mithin eine Vermehrung 115° in dem Siedepunkte für 6° B. oder $19\frac{1}{6}$° C. für einen einzigen Areometergrad ausmacht. Wenn wir alſo die Säure von verſchiedenen Konzentrationspunkten betrachten, ſo finden wir für jeden Grad der Zunahme ihrer Dichtigkeit, entweder 0,4 oder 5, ja ſogar 18 bis 19 Grad Unterſchied in dem Siedepunkt.

Es geht daraus klar hervor, daß man beim Abrauchen in Bleigefäſſen nicht aufmerkſam genug ſeyn kann, weil man ſich dem Anſcheine nach noch ſo weit von dem Schmelzpunkte des Blei's entfernt wähnen kann, daß man nichts befürchten zu dürfen glaubt, während dann eine geringe Vermehrung der Dichtigkeit denſelben plötzlich erreichen und überſchreiten macht. Glücklicherweiſe gehen auf dieſem Punkte die Veränderungen in der Dichtigkeit langſam vor ſich, denn die Säure hält dann ihr Waſſer ſo ſtark zurück, daß immer geraume Zeit erforderlich iſt, bis ſie nur kleine Mengen von Waſſer wieder verliert. Nichts iſt übrigens einfacher als dieſe Abdampfung. Man nimmt ſie in weiten, ziemlich flachen, viereckigen Bleipfannen vor, in welchen die Säure höchſtens 12 bis 15 Zoll hoch ſtehen darf. Nachdem die Pfannen gefüllt worden, macht man Feuer unter dieſelben, und ſobald häufige Dämpfe ſich entbinden, unterhält man nur ein gelindes Feuer, ohne daſſelbe ſpäter wieder zu verſtärken. Die vorhandene ſchweflichte Säure, ſo wie ein Theil des Waſſers entbindet ſich und wenn endlich die Säure entweder auf 50, 55 oder 60° B., je nachdem es das angenommene Verfahren des Fabrikanten erheiſcht, gebracht iſt, ſo thut man ſie in Gefäße von Glas, Steingut oder Platin, um die Konzentration zu vollenden.

187. Die Steingut- oder Glasgefäße ſind gewöhnliche große Retorten. Man ſetzt dieſelben, nachdem ſie wohl mit Thon beſchlagen worden, auf einen Galeerenofen. Jede Retorte faßt 50 Kilogr. Säure und gewöhnlich werden da-

von 100 Stük in einen Ofen eingeſetzt. Um das Stoßen der Flüſſigkeit während des Kochens zu vermeiden, wirft man in jede Retorte einige Glasſcherben oder noch beſſer Platinſtückchen. Da aber ſtets einige dieſer Gefäſſe zerſpringen, ſo ſtellt man ſie alle in eine gewiſſe Entfernung von einander, ſo daß die Säure im unglücklichen Falle in einen bleiernen darunter geſtellten Behälter fließen kann. Die Glasretorten können öfter als einmal dienen, allein wenn man die in Anſchlag bringt, welche theils in Feuer zerſpringen, theils beim Einfüllen, Ausgießen und Reinigen zerbrochen werden, ſo zeigt ſich, daß eine Retorte im Durchſchnitt nicht mehr als fünf Deſtillationen aushält. Nimmt man nun den Preis einer Retorte zu 35 Centimen (S. 233), ſo findet man, daß für 100 Kilogr. konzentrirter Säure die Koſten für Glas 70 Cent. betragen; damit aber dieſe Konzentrationsweiſe vortheilhaft befolgt werden kann, muß man in der Nähe einer Glashütte ſich befinden, welche hartes Glas zu billigem Preis liefert. Das zu alkaliſche Glas wird angegriffen. Außerdem iſt auch das Füllen und Ausleeren der Retorten eine lange und ſchwierige Arbeit; das unterbrochene Heitzen und Wiedererkalten verurſacht einen Verluſt an Brennmaterial; alle dieſe Umſtände werden dagegen vermieden durch die Anwendung eines Abdampfgefäſſes von Platin.

Hielte nicht der hohe Preis des Platins mehrere Fabrikanten noch ab, ſo würde die Anwendung dieſes Metalls allgemein Statt finden. Denn es würde eine Vereinfachung und Beſchleunigung in die Arbeit gebracht, wonach ſtets bei techniſchen Operationen geſtrebt werden muß. Ein Platinkeſſel hat die Form eines gewöhnlichen Kolbens. Er darf, nachdem er zu zwei Drittel angefüllt iſt, höchſtens den vierten Theil der täglichen Produktion der Fabrik faſſen, weil man gewöhnlich des Tages nur vier Konzentrationen darin vornimmt, obgleich man, wenn der Ofen zweckmäßig gebaut iſt, ſechs bis ſieben nach Bedürfniß damit verrichten kann. Ein Helm, gleichfalls von Platin, iſt auf den Kolben geſetzt und leitet die entbundenen Dämpfe in ein bleiernes Schlangenrohr, worin ſie verdichtet werden. Da durch die Deſtillation eine ziemliche Menge Säure mit fortgeriſſen wird, ſo

müſſen die Dämpfe verdichtet werden, weil außerdem, wenn ſie in dem Fabrikgebäude oder außerhalb deſſelben ſich verbreiteten, bedeutender Schade angerichtet werden würde.

189. Iſt die Säure auf 66° Baumé gebracht, ſo entleert man den Keſſel mittelſt eines angebrachten Platinhebers; da man dieſelbe nun, um jeden nachtheiligen Einfluß zu vermeiden, in Gefäße aus Steingut bringt, ſo muß ſie unterwegs abgekühlt werden. Um dieß zu erreichen, macht man den äußern Schenkel des Hebers etwas lang (ungefähr 2 Meter) und hüllt ihn in eine zweite größere kupferne Röhre ein, in welche man beſtändig von unten nach oben einen Strom kaltes Waſſer leitet. Die Säure kömmt ſo ziemlich abgekühlt an dem äußern Ende des Hebers an, ſo daß ſie die Steingutgefäße, von welchen ſie aufgenommen wird, nicht mehr zerſprengen kann. Man bringt ſie nachher in große Ballone von Glas oder Steingut und verpackt dieſe mit Stroh in geflochtene Körbe, woran ſich Handhaben befinden. Dieſe Ballone verſchließt man mit Pfropfen aus Steingut, welche, verſehen mit einem Rande, durch Thon oder geſchmolzenen Schwefel gut verkittet und mittelſt eines Stückes getheerter Leinwand feſt gebunden werden; ſo kommen dieſelben dann in den Handel.

190. Eine Platinretorte, in welcher 150 Kilogr. Säure auf einmal deſtillirt werden können, koſtet jetzt ungefähr 20000 Franken; nimmt man nun an, daß täglich damit vier Operationen vorgenommen werden, ſo kommen von den Intereſſen des Kapitals, welches dieſer Platinapparat koſtet, 50 Centimen auf 100 Kilogr. Säure. Dieſe würden auf 30 Cent. reduzirt werden, wenn man in 24 Stunden 7 Deſtillationen machen wollte, was allerdings noch möglich iſt.

191. Um dieſe Operationen noch öfter vornehmen zu können, hat Hr. Bréant einen Heber ausgedacht, mittelſt deſſen man die Säure viermal ſchneller abziehen kann. Dieſer neue Heber, der Tafel 6. Fig. 3, 4 und 5 im Längen- und Querdurchſchnitt dargeſtellt iſt, beſteht aus einer Röhre A, welche in den Platinkeſſel B hinein reicht; dieſe läßt viermal ſo viel durchlaufen, als die gewöhnlichen Heber. Die dicke Röhre iſt gebogen und mit 2 Trichtern CC verſehen, welche nach Belieben durch zwei geſtielte Stöpſel DD ver-

ſchloſſen werden; mittelſt jener kann der Heber ſehr leicht gefüllt werden. Fig. 4. a ſtellt einen dieſer Trichter mit ſeinem Stöpſel im vergrößerten Maaßſtabe dar. Etwas unterhalb des zweiten Trichters theilt ſich die Röhre in vier andere gleichweite Röhren EEEE, welche zuſammen genommen gerade ſo viele Flüſſigkeit durchlaſſen, als die große Röhre.

Die vier kleinen Röhren, welche ihrer größten Länge nach mit Hülfe der Bänder FF in paralleler Richtung gehalten werden, vereinigen ſich in ihrem untern Ende wieder in eine einzige Röhre G, welche den nämlichen Durchmeſſer, wie die in den Keſſel hineinreichende hat. An ihrem Ende befindet ſich ein Hahn, der denjenigen der alten Heber ähnlich iſt, aber eine viermal größere Öffnung hat. Eine weites kupfernes Rohr H, welches durch die Deckel JJ an die beiden Enden des Hebers befeſtigt iſt, dient zur Abkühlung der Säure, während ihres Abfließens, indem ein Strom kaltes Waſſer durch einen Hahn K nach dem untern Theil geleitet wird und von da wieder nach oben drängend, durch eine gebogene Röhre L (vide-trop-plein) wieder abfließt.

Durch dieſen Heber muß in einer gegebenen Zeit viermal ſo viel abfließen, als durch einen gewöhnlichen Heber; ſeine abkühlende Oberfläche ſteht mit dieſem Abfließen im Verhältniß, nämlich ſie iſt viermal größer als bei andern Hebern; übrigens iſt es einleuchtend, daß die Erniedrigung der Temperatur der Säure dieſelbe ſeyn muß.

Um ein 150 Kilogr. haltendes Platingefäß mit einem einfachen Heber auszuleeren, iſt ungefähr eine halbe Stunde Zeit nöthig; dagegen ſind bei der Anwendung des neuen Apparates nicht mehr als 6 Minuten höchſtens für jedes Abziehen erforderlich. Summirt man die ſiebenmal ſich wiederhohlende Zeit-Erſparniß von 25 Minuten, ſo hat man beinahe 3 Stunden, oder die zu einer Konzentrirung von 150 Kilogr. nöthige Zeit. Auf ſolche Weiſe kann man die tägliche Produktion von 1050 auf 1200 Kilogr. Säure bringen, was ein unbeſtreitbarer Gewinn iſt.

192. Während dieſer letzten Operation hat die Säure erſtlich alles Waſſer, welches durch bloße Anwendung der

Wärme ihr entzogen werden kann, verloren, ferner die Salpeterſäure, welche ſie in der Kammer aufgenommen hatte, ſo wie endlich die ſchweflichte Säure, welche noch in ihr zurückblieb; allein ſie enthält nun noch Bleioxyd, Eiſenoxyd, Kali und Kalk mit Schwefelſäure verbunden. Da dieſe Salze nicht in Menge vorhanden ſind, ſo ſchaden ſie nicht, wenn die Säure zu techniſchen Zwecken angewendet wird, allein zu genauen Unterſuchungen oder Analyſen muß man die Säure rein haben und in dieſem Falle muß man ſie durchaus deſtilliren. Man kann zu dem Ende die eben beſchriebenen Apparate anwenden und eine Vorlage mit den Gefäßen in Verbindung bringen; das Feuer wird, wenn die Säure 66° B. erreicht hat, verſtärkt, um die Deſtillation zu befördern. Da dieſe Operation viel häufiger im Kleinen als im Großen ausgeführt wird, ſo nimmt man ſie gewöhnlich im Laboratorium vor. Man wählt hierzu eine gläſerne Retorte und bringt damit einen tubulirten Ballon in Verbindung, ohne die Fugen mit einem Kork oder Kitt zu verſchließen, da beide nur von der Säure angegriffen würden. Letztere gießt man nun in die Retorte und legt einige Platinſtückchen hinein, erhitzt dann anfangs gelinde und verſtärkt endlich das Feuer bis die Säure im vollen Kochen iſt. Wenn dieſer Zeitpunkt eintritt, ſo unterhält man das Kochen bis die Deſtillation beendigt iſt. Wollte man eine etwas größere Menge Säure deſtiliren, ſo müßte man eine Retorte und eine Vorlage mit langem Hals nehmen, damit die Dämpfe oder die verdichtete Flüſſigkeit, ſich etwas abkühlen könnten, ehe ſie in den mit kaltem Waſſer umgebenen Rezipienten gelangen. Ohne dieſe leicht zu beobachtende Vorſicht, könnte die Vorlage zerſpringen. Zur Vermeidung eines ſolchen Unfalles ſetzt man zwiſchen die Retorte und die Vorlage einen gläſernen Vorſtoß (S. Tafel 3. Fig. 6. b.) ſo ein, daß der Retortenhals unmittelbar in den Vorſtoß und dieſer wieder in die Vorlage geht.

Die ſchwefelſauren Salze bleiben in der Retorte zurück. und wenn die Flüſſigkeit nicht durch heftiges Kochen zum Theil mit übergeriſſen wurde, ſo iſt die deſtillirte Säure vollkommen rein und ſtets farblos.

193. **Benutzung der Schwefelſäure.** Die reine oder waſſerfreie Schwefelſäure wurde bis jetzt noch nicht in den Künſten angewendet.

Die ſächſiſche rauchende Säure könnte man allenthalben da anwenden, wo man die gewöhnliche Säure nimmt, allein ihr hoher Preis erlaubt ſie nirgends anders anzuwenden, als zur Bereitung der Indigoauflöſungen. Hier blos iſt die Anwendung der gewöhnlichen Säure mit Verluſt verknüpft, denn 10 Theile rauchende Säure, welche in Beziehung auf den reinen Säuregehalt nur 11 Thl. gewöhnlicher Säure entſpricht, wirkt gerade ſo viel, als 15 Thl. von dieſer Letztern, wenn es ſich um die Auflöſung des Indigos handelt. Wendet man daher letztere an, ſo bringt man $\frac{4}{15}$ Säure mehr in die Indigoauflöſung und die Farben, welche man mit dieſer vermiſchen will, werden durch dieſe überſchüſſige Säure oft auf eine höchſt nachtheilige Weiſe weggeäzt. Es wäre deshalb ſehr zu wünſchen, daß für die franzöſiſchen Färber an einigen Punkten Frankreichs die Fabrikation der rauchenden Säure eingeführt werden möchte.

Die gewöhnliche Schwefelſäure findet ſo vielfache und wichtige Anwendung, daß man ſie gewiſſermaſſen als den Hebel aller chemiſchen Induſtriezweige betrachten kann. Um davon nur das Weſentlichſte zu erwähnen, führen wir die Zerſetzung des Kochſalzes und Verwandlung in ſchwefelſaures Natrum an, woraus dann die künſtliche Soda gemacht wird, welche man zur Fabrikation des Glaſes, der Seifen u. ſ. w. gebraucht; die hierbei zugleich erhaltene Salzſäure wird gleichfalls wieder zu mancherlei Zwecken verwendet, vorzüglich aber zur Chlorfabrikation. Wir nennen ferner die Bereitung der Salpeterſäure, der reinen Eſſigſäure, ſo wie die der meiſten bekannten Säuren, die Scheidung des Goldes vom Silber, die Gewinnung des Alauns, des ſchwefelſauren Kupfers (Kupfervitriol) und des künſtlich bereiteten ſchwefelſauren Eiſens, als Induſtriezweige, welche ſämmtlich von der Schwefelſäure abhängen. In der Bleicherei der Zeuge, der Fabrikation des Runkelrübenzuckers, der Färberei und bei einer Menge anderer Gewerbe wird die Schwe-

felſäure täglich gebraucht, allein ſie iſt hier nicht als Hauptwirkungsmittel zu betrachten.

Dieß mag genügen, um zu zeigen, daß dieſe Säure faſt in allen Fabriken angewendet wird und eine wichtige Rolle bei Erzeugung einer großen Menge von Induſtrieprodukten ſpielt. Alle Bemühungen, ihren Preis zu vermindern müſſen daher ſorgfältig aufgemuntert werden und wir ſind von der Wahrheit dieſer Behauptung ſo durchdrungen, daß wir dieſen Gegenſtand nicht verlaſſen können, ohne darüber noch einige Betrachtungen anzuſtellen.

194. Die Kunſt die Schwefelſäure mittelſt des jetzt üblichen Verfahrens zu bereiten iſt ihrer Vollkommenheit ſchon ſo nahe, daß man von Veränderungen, die an den Apparaten oder in ihrem Gange noch angebracht werden könnten, keine bedeutende Verminderung im Preiſe der Säure mehr erwarten darf. Man müßte alſo nur in einem niedrigern Preiſe der rohen hierzu nöthigen Stoffe die Mittel zur Verbeſſerung ſuchen. Zu dem Ende führen wir hier die Durchſchnittspreiſe der zur Fabrikation erforderlichen Elemente an. Wir finden ſie in der Statiſtik des Seinedepartements (1826. Tafel 114.), deren Herausgabe von dem Grafen Chabrol beſorgt wird. Die nachfolgenden Reſultate gelten für acht in dem Seinedepartemente befindlichen Etabliſſemente zuſammen genommen.

Intereſſen des Kapitals	74,400	Franken.
Arbeitslohn	21,450	
Koſten im Allgemeinen	57,020	
Steinkohle	135,850	
1,058571 Kilogr. Schwefel . . .	254,057	
95265 ſalpeterſaures Kali . .	152,424	
Totalſumme	695,201	Franken.

Man erhält davon 2,964000 Kilogr. Schwefelſäure, welche ungefähr für 860000 Fr. mithin zu 29 Fr. die 100 Kilogr. verkauft werden.

Der Gewinn des Fabrikanten iſt ſo gering als möglich angeſchlagen; derſelbe Fall findet bei den Intereſſen des angewendeten Kapitals, des Arbeitslohns und der Koſten überhaupt Statt; folglich iſt es bloß bei der Heitzung

und dem Preis des Schwefels und Salpeters, wo man noch Verminderungen erwarten darf. Die Heitzung bezieht ſich hier beinahe nur allein auf die Abdampfungen, mithin kann man nicht viel auf Verbeſſerungen hierbei rechnen, wenigſtens möchten ſie ſehr ſchwierig anzubringen ſeyn. Es iſt ſomit alſo nur der Preis des Schwefels und Salpeters noch übrig, wovon man allein nur eine Preiserniedrigung der Schwefelſäure erwarten kann.

195. In Beziehung auf dieſen Letztern bemerken wir, daß er nur $\frac{1}{6}$ des Preiſes der Schwefelſäure, wie ſie dem Konſumenten geliefert wird, beträgt. Dieſer Bruch reduzirte ſich auf $\frac{1}{18}$, wenn der ungeheure Eingangszoll auf den oſtindiſchen Salpeter aufgehoben würde, der den Preis deſſelben doppelt ſo hoch als in England ſtellt. Der Preis der Schwefelſäure würde um $\frac{1}{9}$ oder um 11 auf 100 ſinken, wenn dies Eingangsrecht nicht mehr bezahlt werden dürfte. Alle diejenigen Produkte, zu deren Erzeugung man Schwefelſäure nöthig hat, werden dann verhältnißmäßig billiger zu liefern ſeyn, und viele davon würden gewiß Gegenſtände der Ausfuhr werden, indem ſie heut zu Tage die Konkurrenz mit den engliſchen Erzeugnißen nicht aushalten können.

Betrachten wir in dieſer Beziehung den Schwefel, ſo drängt ſich uns eine ähnliche Bemerkung auf. Man hat denſelben ſogar im rohen Zuſtande noch mit einem Eingangszolle von 20 Prozent ſeines Werthes belegt. Derſelbe beträgt ungefähr $\frac{5}{18}$ vom Preiſe der Säure, würde nun der Eingangszoll aufgehoben, ſo müßte ſich der Werth desſelben auf $\frac{4}{18}$ reduziren. Nimmt man nun dieſe beiden Preisverminderungen zuſammen, ſo ergiebt ſich daraus die Möglichkeit, die Schwefelſäure um $\frac{5}{18}$ oder $\frac{1}{6}$ billiger herzuſtellen. Dieſe Preisverminderung aber wird noch beträchtlicher, wenn man die daraus erwachſenen kommerziellen Erleichterungen mit der faſt um ein Viertel verringerten Auslage beim Ankaufe der rohen Stoffe zugleich in Anſchlag bringt.

Es iſt traurig für unſere Induſtrie, daß dieſe beiden Stoffe, von denen wir hier ſprechen, zur Bereitung des Schießpulvers nöthig ſind, und daß politiſche Rückſichten ſich

jetzt Bewilligungen entgegen ſtellen, welche von allen Freunden der Gewerbe lebhaft gewünſcht werden.

196. Gehen wir ſtets von demſelben Geſichtspunkte aus und nehmen wir an, daß die Eingangszölle nicht vermindert werden, ſo bleibt uns hinſichtlich des Salpeters keine Hoffnung übrig; allein anders verhält es ſich mit dem Schwefel. Hier mag es am rechten Orte ſeyn, eines Fabrikations-Syſtems zu erwähnen, worauf Clément früher ein Patent genommen hatte, welches meines Wiſſens aber nicht in Ausführung gebracht worden iſt. Nach dieſem Plan ſollte die ſchweflichte Säure anſtatt durch Verbrennung des Schwefels, mittelſt Röſtung des Schwefeleiſens im Maximum (Schwefelkies) bereitet werden. Frankreich beſitzt dieſen Stoff an ſehr vielen Orten; er hat beinahe keinen Werth, während der faſt ausſchließlich vom Auslande bezogene Schwefel viel theurer iſt. Es möchten zwar bei der Ausführung dieſes Vorſchlages Schwierigkeiten zu überwinden ſeyn, allein man würde nach einiger Zeit gewiß zum Ziele gelangen; das nöthige Brennmaterial würde zwar viel höher zu ſtehen kommen, dagegen müßte das ſchwefelſaure Eiſen, was man aus den Rückſtänden ziehen könnte, einen Theil der Koſten dekken, vorzüglich wenn man im Stande wäre, es in Maſſe abzuſetzen; Letzteres möchte vorzüglich durch deſſen Anwendung zur Fabrikation der rauchenden Schwefelſäure erreicht werden können. Bei dem jetzigen Stand der Dinge würde allerdings die Schwierigkeit, dieſes Produkt abzuſetzen, das Hauptghinderniß, ja vielleicht das einzige ſeyn, was man zu beſiegen hätte.

Ein anderer Gedanke Clément's, der gleichfalls in dem abgelaufenen Patente begriffen war, verdient neuerdings den Fabrikanten zur Beachtung empfohlen zu werden. Die von der Verbrennung in den Kammern herrührenden Rückſtände enthalten den gröſten Theil der angewandten Salpeterſäure in dem Zuſtand von ſalpetrichter Säure. Sollte es unmöglich ſeyn dieſes Produkt zu verdichten und wieder ſalpeterſaures Kali daraus zu erzeugen? Ich glaube nicht. Clément ſchlug vor, eine Art künſtlicher Salpetergrube mit der Kammer in Verbindung zu bringen. Vielleicht würde

es ſchon hinreichend ſeyn, die Gaſe durch einen mit befeuchteten Kalk- oder Kreideſtücken angefüllten Kanal zu leiten. Auf dieſe Weiſe erhielte man ſalpeterſauren und ſchweflichtſauren Kalk, welchen man von Zeit zu Zeit herausnehmen müßte, um das ſalpeterſaure Salz daraus abzuſcheiden. Dergleichen Apparate wären beſonders leicht in den Kammern mit ununterbrochener Verbrennung anzubringen.

Unterſchwefelſäure.

(Synonyme. Lat. Acidum hyposulphuricum. Franz. Acide hyposulfurique.)

197. Dieſe Säure wurde bisher noch nicht techniſch benützt, allein ſie ſcheint ſich unter ſehr vielen Umſtänden, welche täglich bei techniſchen Operationen Statt finden, zu erzeugen. Es ſcheint ſogar, daß man die konzentrirte Schwefelſäure nicht mit Pflanzen- oder Thierſtoffen bei gewöhnlicher Temperatur zuſammenbringen kann, ohne Wechſelwirkungen zu veranlaſſen, welche ſtets Unterſchwefelſäure erzeugen, oder wenigſtens doch die Schwefelſäure durch die Verbindung mit der organiſchen Subſtanz ſo verändern, daß ſie die Hauptkennzeichen der Unterſchwefelſäure beſitzt. Man muß deshalb letztere kennen; ſie wurde vor einigen Jahren von Welter und Gay-Luſſac entdeckt.

Eigenſchaften. Dieſe Säure iſt tropfbarflüſſig, farblos, und hat ſelbſt im höchſt konzentrirten Zuſtande keinen Geruch. Sie röthet das Lakmus, ſchmeckt rein ſauer und kann nie im waſſerfreien Zuſtand erhalten werden. Unter den Rezipienten der Luftpumpe mit Schwefelſäure gebracht, kann ſie, ohne zu verdampfen oder eine Veränderung zu erleiden, konzentrirt werden, bis ſie ein ſpezif. Gewicht von 1,347 erreicht hat; will man die Konzentration weiter treiben, ſo fängt ſie an, ſich in ſchweflichte Säure, welche entweicht und in Schwefelſäure, welche in der Flüſſigkeit zurückbleibt, zu zerſetzen.

Wenn man ſie in ſehr verdünntem Zuſtand der Einwirkung der Wärme unterwirft, ſo giebt ſie nur anfangs Waſſer ab; enthält ſie aber nur wenig davon, ſo erleidet

ſie dieſelbe Zerſetzung, wie im luftleeren Raume; ſchon die Wärme des Marienbades bringt dieſe Wirkung hervor. Obgleich der Schwefel noch nicht mit Sauerſtoff in dieſer Verbindung geſättigt iſt und die ihm fehlende Menge deſſelben noch aufzunehmen ſuchen muß, um in Schwefelſäure überzugehen, ſo verändert ſich doch die Unterſchwefelſäure nicht, wenn ſie in Berührung mit Sauerſtoff oder atmosphäriſcher Luft iſt. Das Chlor, die konzentrirte Salpeterſäure und das rothe ſchwefelſaure Manganoxyd bringen in derſelben in der Kälte gleichfalls keine Veränderung hervor.

198. **Bereitung.** *) Man erhält die Unterſchwefelſäure, wenn man ſchweflichtſaures Gas, bereitet aus Schwefelſäure und Kohle, in Waſſer leitet, welches fein pulveriſirtes Manganhyperoxyd (Braunſtein) aufgeſchlämmt enthält; es bildet ſich ſogleich und zwar bei gewöhnlicher Temperatur eine vollkommene neutrale Auflöſung, beſtehend aus unterſchwefelſaurem und ſchwefelſaurem Manganoxydul indem nämlich das Hyperoxyd einen Theil ſeines Sauerſtoffs der ſchweflichten Säure abtritt, und dadurch ſelbſt in Oxydul reduzirt wird. Nach Verlauf von einigen Stunden oder ſchon eher enthält die Flüſſigkeit hinlänglich unterſchwefelſaures Salz; man gießt nun ab, um das im Überſchuß vorhandene Hyperoxyd zu entfernen und ſetzt allmählig gelöſchten Kalk hinzu, von dem man einen kleinen mittelſt Kurkuma Papier merkbaren Überſchuß zugiebt. Der Kalk fällt alles Manganoxydul, indem er ſich mit der Schwefelſäure und Unterſchwefelſäure verbindet; da aber der ſchwefelſaure Kalk beinahe unauflöslich iſt, ſo folgt daraus, daß die Flüſſigkeit welche nun filtrirt wird, faſt nur unterſchwefelſauren Kalk enthalten kann, der mit etwas wenigem ſchwefelſaurem Kalk

---

*) Eine ausführliche und ganz vorzügliche Abhandlung über die Bereitung der Unterſchwefelſäure und ihrer Salze lieferte Friedrich Heeren. (S. Annalen der Phyſ. und Chem. von Poggendorf. Bd. 7. Stk. 1. oder Jahrg. 1826. Stk. 5. Wir empfehlen ſie Jedem zu leſen, der in den Fall kommen dürfte dieſe Säure, oder ihre Salze im Großen bereiten zu müſſen. Hr. Dr. Heeren giebt darin genau die Methoden und Kunſtgriffe an, deren er ſich bei der Darſtellung dieſer Verbindungen bediente und wodurch er ſich ganz ausgezeichnet ſchöne Kryſtalle von verſchiedenen unterſchwefelſauren Salzen verſchaffte, die wir ſelbſt zu bewundern Gelegenheit hatten. A. u. E.

und dem kleinen hinzugefügten Kalküberſchuß gemengt iſt. Man fügt hierauf Ätzbaryt in hinreichender Menge hinzu, um die Kalkſalze zu zerſetzen, und erhält ſo einen neuen Niederſchlag von ſchwefelſaurem Baryt und reinem Kalk. In der Flüſſigkeit bleibt nun aufgelöſt, unterſchwefelſaurer Baryt mit etwas Baryt und vielleicht überſchüſſigem Kalk. Man entfernt beide, indem man einen Strom Kohlenſäure durch die Auflöſung jagt und dieſe nachher filtrirt, um die ſich in Flocken abſetzenden kohlenſauren Verbindungen auf dem Filtrum zurück zu halten; gut iſt es, wenn man die Flüſſigkeit vor dem Filtriren etwas aufkochen läßt, um die aufgelöſte Kohlenſäure zu verjagen, wodurch ein kleiner Antheil der kohlenſauren Salze in Auflöſung erhalten werden könnte. Endlich läßt man das unterſchwefelſaure Salz kryſtalliſiren, löſt es wieder in Waſſer auf und zerſetzt es nun durch Zuſatz von Schwefelſäure dergeſtalt, daß man gerade nur ſo viel zugiebt, als zur Fällung der Baſis nöthig iſt. Hierauf trennt man die in Waſſer aufgelöſte Unterſchwefelſäure durch Filtration von dem gefällten ſchwefelſauren Baryt und konzentrirt dann die verdünnte Säure unter dem Rezipienten der Luftpumpe, indem man Sorge trägt, die Abdampfung zu unterbrechen, wenn das ſpezif. Gewicht derſelben ſich 1,347 nähert.

199. Zuſammenſetzung. Die Unterſchwefelſäure, im waſſerfreien Zuſtand angenommen, beſteht aus

2 At. Schwefel	=	402,32 oder	44,59
5 At. Sauerſtoff	=	500,00	55,41
2 At. Säure	=	902,32	100,00

Keine der weiter unten in Beziehung auf die Unterphosphorſäure, ſalpetrichte Säure und unterphosphorichte Säure aufgeſtellten Anſichten kann hier geltend gemacht werden. Die Unterſchwefelſäure erſcheint daher, ſowohl ihrer Eigenſchaften als auch der ihrer Salze zufolge, durchaus als eine einfache Säure.

Chlorſchwefel.

(Synonyme. Salzſaures Schwefeloxyd. Franz. Chlorure de soufre.)

200. Bereitung. Dieſe Verbindung bildet ſich ſehr leicht, wenn Chlor und Schwefel bei gewöhnlicher Temperatur mit einander in Berührung kommen. Zu dem Ende läßt man einen Strom Chlor langſam auf Schwefelblumen ſtreichen; dieſe backen anfangs zuſammen, werden nachher teigartig und verwandeln ſich zuletzt in eine mehr oder weniger orangerothe Flüſſigkeit, welche Chlorſchwefel iſt. Der hierzu nöthige Apparat beſteht aus einem Kolben, in welchem ſich Chlor erzeugt, (Tafel 4. Fig. 2.) aus einem Glaszylinder, der mit Chlorcalcium zur Entwäſſerung des Gaſes angefüllt iſt, (Tafel 3. Fig. 5.) und endlich aus einem trocknem Glaszylinder, der die Schwefelblumen enthält und auf deſſen Boden die Röhre, aus welcher ſich das Chlor entbindet, hinabreicht. Letzteres Glas iſt noch mit einer zweiten Röhre verſehen, welche man in den Schornſtein gehen läßt, um das überſchüſſige Chlor fortzuleiten.

201. Eigenſchaften. Der Chlorſchwefel iſt tropfbar flüſſig, bald heller, bald dunkler pomeranzenfarbig, ohne Zweifel je nachdem er mehr oder weniger Schwefel bloß aufgelöſt enthält. Er iſt ziemlich flüſſig, durchſichtig und hat ein ſpezif. Gewicht von 1,68 bis 1,7; ſein Siedepunkt ſchien mir veränderlich zu ſeyn, was beweiſt, daß dieſer Körper nicht immer gleich zuſammengeſetzt iſt. In Berührung mit feuchter Luft ſtößt er weiße Dämpfe aus. Sein äußerſt ſtarker und unangenehmer Geruch erinnert an Chlor, iſt aber viel ſtinkender.

Er zerſetzt das Waſſer bei gewöhnlicher Temperatur unter Entbindung von Wärme und Erzeugung von Chlorwaſſerſtoffſäure, Schwefelſäure, ſchweflichter Säure und Schwefel, welcher letztere ſich in größerer oder geringerer Menge ablagert. Er wirkt auch und zwar noch lebhafter auf den Alkohol und Schwefeläther.

202. Das trockne Ammoniak zerſetzt den Chlorſchwefel ſchon im kalten Zuſtande; bringt man nämlich Chlorſchwe-

fel in ein kleines Glasfläſchgen, welches man einem Apparate anpaßt, der trocknes Ammoniak entbindet, ſo ſieht man bald weiße Dämpfe in Menge erſcheinen und es findet, wenn man die Temperatur der Chlorverbindung etwas erhöht, zuletzt eine vollſtändige Zerſetzung Statt. Es bildet ſich ein Niederſchlag von ſalzſaurem Ammoniak und Schwefel, indem Stickſtoff ſich gleichzeitig entbindet. Iſt das Ammoniak in Waſſer aufgelöſt, ſo bilden ſich andere Produkte: es wird ſalzſaures, ſchwefelſaures und ſchweflichtſaures Ammoniak erzeugt, während ſich zugleich Schwefel abſetzt und Stickſtoff als Gas entweicht. Die dabei hervorgebrachte Wärme iſt ſehr bedeutend; die Wechſelwirkung wird dadurch beſchleunigt und ein Theil des Produktes verflüchtigt ſich, indem dicke röthliche oder violette Rauchwolken ſich bilden, welche das Experiment ſehr auszeichnen.

Beinahe alle Metalle werden durch dieſer Körper ſelbſt in der Kälte ſchon in Schwefel- und Chlor-Verbindungen verwandelt. Es würde ſogar gefährlich ſeyn, wenn man mit etwas größern Mengen operiren wollte, denn die entbundene Wärme iſt groß genug, um entweder der Chlorſchwefel zum Theil oder die gebildeten Chlor- und Schwefelverbindungen ſo zu verflüchtigen, daß eine Art von Detonation entſteht. Man bringe z. B. ein halbes Gramm Chlorſchwefel in ein Uhrglas und laſſe nun darauf ein Stückchen Kalium fallen, welches man an das Ende eines einige Fuß langen Stäbchens gelegt hat. Wenn man dieſes Metall mitten in die Flüſſigkeit wirft und das Kalium beſitzt eine friſche Schnittfläche, ſo geſchieht die Einwirkung unter Entbindung von Wärme und Erſcheinung von rothem Lichte, verbunden mit einer lebhaften Detonation, welche das Glas zerſchmettert und den überflüſſigen Chlorſchwefel mit fortſchleudert. Die Detonation hat oft erſt nach 30 bis 40 Sekunden Statt; bisweilen bleibt ſie ganz aus und man findet dann im Glaſe etwas Chlorkalium. Es iſt wahrſcheinlich, daß die Verpuffung von der ſchnellen Temperaturerhöhung herrührt, die plötzlich eine beträchtliche Menge Chlorſchwefel in Dampf verwandelt. Beinahe eben ſo verhält ſich das Queckſilber. Bringt man in ein Glas zehen Gramm Queckſilber und eben

ſo viel Chlorſchwefel, welche man, um ſie zu mengen, mit einem Stäbchen umrührt, ſo verdickt und erwärmt ſich bald das Gemenge, wird glühend und entbindet Dämpfe in Menge, welche von der Verflüchtigung des überflüſſigen Chlorſchwefels, des freien Queckſilbers, ſo wie des Chlor- und Schwefel-Queckſilbers herrühren. Als Rückſtand bleibt jedoch noch ein Theil dieſer beiden letztern Körper.

203. Zuſammenſetzung. Der Chlorſchwefel beſteht aus:

1 At. Schwefel	201,16	oder	31,4
2 At. Chlor	442,65		68,6
1 At. Glasſchwefel	643,81		100,0.

Man ſieht aus ſeiner Zuſammenſetzung, daß, wenn derſelbe auf das Waſſer wirkt, 4 At. Chlorwaſſerſtoffſäure und 1 At. unterſchweflichte Säure oder 1 At. ſchweflichte Säure und ½ At. Schwefel, da die unterſchweflichte Säure nicht frei exiſtiren kann, ſich bilden müſſen. Auch Schwefelſäure wird in dieſem Falle in geringer Menge erzeugt. Nicht bloß durch das Waſſer kann man die Analyſe des Chlorſchwefels machen; beſſer noch iſt es, wie Amádée Bertholet, ein beſtimmtes Gewicht von Schwefel in Chlorſchwefel zu verwandeln und das verwendete Chlorgas zu berechnen oder die bereitete Chlorverbindung mittelſt Eiſen oder Kupfer in Chlormetall und Schwefelmetall zu verwandeln und nachher die reſpektiven Mengen beider zu beſtimmen.

Wir haben dieſen Körper etwas ausführlicher betrachtet, weil wir dadurch in den Stand geſetzt werden, die Betrachtung der Eigenſchaften ähnlicher Verbindungen in Zukunft abzukürzen.

Bromſchwefel.

(Synonyme. Franz. Bromure de soufre.)

Das Brom verbindet ſich mit dem Schwefel bei gewöhnlicher Temperatur. Man braucht nur Brom auf Schwefelblumen zu gießen, um die Verbindung zu bewerkſtelligen. Der Bromſchwefel iſt flüſſig, von öhlartiger Konſiſtenz, röthlicher Farbe, und dunkler als der Chlorſchwefel. Er ver-

breitet wie dieſer bei Berührung mit der Luft weiße Dämpfe und riecht auch beinahe ſo.

Für ſich ſelbſt ſchon röthet er ſchwach das Lackmus, allein durch Zuſatz von Waſſer röthet er daſſelbe ſehr ſtark. Dieſe Flüſſigkeit wirkt indeſſen bei weitem nicht ſo kräftig auf ihn, als auf den Chlorſchwefel und ihre Einwirkung geht im Gegentheil bei gewöhnlicher Temperatur nur langſam vor ſich; bei 100° aber findet die Reaktion plötzlich mit einer Art von Detonation Statt. Es bildet ſich Bromwaſſerſtoffſäure, Schwefelſäure und Schwefelwaſſerſtoff, woraus man erſieht, daß ein weſentlicher Unterſchied zwiſchen der Wirkungsweiſe des Chlorſchwefels und Bromſchwefels exiſtirt, der übrigens vielleicht auf den verſchiedenen Mengenverhältnißen ihrer Beſtandtheile beruht. Das Chlor verwandelt den Bromſchwefel in Chlorſchwefelund Brom oder Chlorbrom.

Die Beſtandtheile des Bromſchwefels ſind noch nicht quantitativ beſtimmt worden.

Jodſchwefel.

(Synonyme. Franz. Jodure de soufre.)

205. Mit Hülfe einer gelinden Wärme verbindet ſich der Schwefel mit dem Jod, allein die Verbindung iſt ſo ſchwach, daß ſie aufgehoben wird, ſo bald man die Temperatur, bei welcher man operirt hat, etwas überſchreitet. Der Jodſchwefel iſt ſtarr, ſchwarzgrau und im Bruche ſtrahlig, wie das Schwefelantimon. Mit der Zeit ſondert ſich, ſelbſt in verſchloſſenen Gefäßen, ein Theil Jod daraus ab. Er zerſetzt das Waſſer weder in der Kälte noch in der Wärme, allein durch das Kochen mit Waſſer wird die Verbindung zerſtört, indem ſich das Jod gänzlich abſcheidet und mit dem Waſſerdampf verflüchtigt wird.

Capitel VIII.

Selen. — Selenwaſſerſtoffſäure. — Selenoxyd. — Selenichte Säure, Selenſäure. — Chlorſelen, Bromſelen, Jodſelen, Schwefelſelen. —

206. Die Entdeckung des Selens ſchreibt ſich aus den letztern Jahren her; man verdankt ſie Berzelius, der dieſen Stoff in reinem Zuſtande aus einigen eigenthümlichen Rückſtänden gewißer Arten von Schwefel darſtellte, welche man in Schweden bei der Schwefelſäurefabrikation gebraucht. Bei ſorgfältiger Unterſuchung dieſer zufällig erhaltenen Produkte, die man ihrer röthlichen Farbe wegen, bisher mit Schwefelarſenik verwechſelte, ſchied er im Jahr 1818 nicht ohne Mühe, einen neuen einfachen Stoff daraus, dem er den Namen Selen gab. Er nahm dieſen Namen von dem griechiſchen Wort Selene (der Mond) her, wegen der Ähnlichkeit mit dem Tellur, welches, in einiger Hinſicht wenigſtens, anfänglich mit dem Selen verwechſelt werden zu können ſchien. Man wird hier gewiß nicht ohne Intereſſe die Geſchichte dieſer Entdeckung leſen, die als eine Art Ergänzung zu demjenigen dienen kann, was wir oben in Bezug auf die Schwefel- und Schwefelſäurefabrikation geſagt haben.

„Man bedient ſich, ſagt Berzelius, zur Bereitung des Schwefels in Fahlun der Schwefelkieſe, die ſich an mehreren Orten in den Kupfergruben in Menge finden. Dieſe Schwefelkieſe ſind oft mit Bleiglanz, Blende und mehrern andern fremdartigen Stoffen gemengt. Man bringt dieſelben auf eine Lage von trockenem Holz in lange horizontale Roſtöfen, die oben mit Erde und verwitterten Schwefelkieſen bedeckt werden; der Rauch geht aus dieſen Öfen in

horizontale Kanäle, die vorn anfangs aus Backſteinen, übrigens aber aus Holz gemacht ſind. Man zündet das Holz von unten an, der Kies geräth dadurch in Brand und die Hitze des untern brennenden Kieslagers verflüchtigt den Überſchuß (119) des Schwefels aus der zunächſt darüber liegenden Kiesſchicht. Der Schwefel wird in Dampfform von dem heißen Luftſtrom mit fortgeführt und legt ſich dann als Schwefelblumen in den Kanälen an. Das Schwefelmehl, welches man durch dieſe Operation erhält, enthält viel Schwefelſäure; man wäſcht es in Waſſer, läßt es ſchmelzen und deſtillirt nun die erhaltene Maſſe von Neuem, um ſie zu reinigen. Der geſchmolzene, nicht deſtillirte Schwefel iſt eine grünlich graue Maſſe, die im Bruche ſtrahlenförmig iſt und fremdartige Theile erkennen läßt. Der während des Winters fabrizirte Schwefel kann nicht ohne große Koſten gewaſchen werden, daher läßt man ihn noch mit der ſauren Feuchtigkeit, von welcher er durchdrungen iſt, ſchmelzen. Bricht man die geſchmolzene Maſſe von einander und läßt man ſie dann einige Tage lang liegen, ſo dringen aus der friſchen Bruchfläche kleine, ſehr ſaure Tropfen hervor, welche aus Schwefelſäure, Arſenikſäure, ſchwefelſaurem Eiſen, und ſchwefelſaurem Zinn beſtehen.

„Bedient man ſich dieſes deſtillirten Schwefels, um mittelſt der Verbrennung Schwefelſäure daraus zu bereiten, ſo ſchlägt ſich auf dem Boden der Bleikammer eine röthliche Maſſe in Pulverform nieder. Bjuggren beobachtete ſchon ſeit langer Zeit dieſen Umſtand, da er noch Beſitzer der Schwefelſäurefabrik in Gripsholm war. Er fand, daß dieß nicht ſtatt fand, wenn man ſich eines andern Schwefels bediente; er wandte auch den fahluner Schwefel nicht mehr an, als er von einem Chemiker erfahren hatte, der rothe Stoff müſſe Arſenik enthalten.

Seitdem Gahn, Eggertz und ich dieſe Fabrik gekauft haben, wurde nichts anderes als fahluner Schwefel verbrannt. Der rothe Bodenſatz, welcher ſich in der flüſſigen Säure erzeugte, blieb immer auf dem Boden der Kammer und hatte ſich deswegen ſo vermehrt, daß er eine Linie dicke Lage bildete.“ —

Da man außerdem in dieſer Fabrik die Verdichtungsmethode anwandte, welche darin beſteht, daß man der ſchwef-lichten Säure Dämpfe von Salpeterſäure zuführt, ſo geſchah es, daß die Gefäße, worin die Salpeterſäure verdampft wurde, immer mit einem röthlich braunen Rückſtand überzogen waren, der zuerſt Berzelius's Aufmerkſamkeit auf ſich zog. Dieſer Rückſtand ſchien einige Eigenſchaften des Tellurs zu beſitzen, aber eine aufmerkſamere Prüfung ließ die Anweſenheit eines eigenthümlichen Stoffs darin vermuthen. Als Berzelius hierauf die ſeit langer Zeit in der Kammer abgeſetzte Schicht ſorgfältig ſammeln ließ und der Analyſe unterwarf, erhielt er daraus Queckſilber, Kupfer, Zinn, Eiſen, Zink, Blei, Arſenik und Selen.

Seit der Zeit hat man im Harz bei Zorge und Tilzerode verſchiedene Selenmetalle entdeckt, aus denen man heutiges Tages Selen gewinnt, nämlich: Selenblei, Selenblei mit Selenkupfer, Selenblei mit Selenqueckſilber, und Selenblei mit Selenkobalt. Es iſt wahrſcheinlich, daß dieſe verſchiedenen Selenmetalle, wenigſtens das zweite und dritte, mit arſenikhaltigem Schwefeleiſen gemengt, Urſache aller der Erſcheinungen geweſen ſind, welche Berzelius beobachtete. Wir werden auch wirklich in der Folge ſehen, daß das Selen durch Einwirkung der Luft mit Hülfe der Hitze in gasförmiges Selenoxyd oder flüchtige ſelenichte Säure verwandelt wird; dieſe beiden Verbindungen treten jedoch ihren Gehalt an Sauerſtoff der ſchweflichten Säure ab, welche dann in Schwefelſäure übergeht und ſo wird das Selen frei. Auf dieſe Weiſe erklärt ſich die Gegenwart von freiem Selen in der Kammer, ſo wie der verſchiedenen Selenmetalle, welche ſich nach der Verbrennung des Schwefels bilden oder während derſelben durch den Luftſtrom mit fortgeführt werden konnten. —

Man kann den Fabrikanten nicht genug anempfehlen, von Zeit zu Zeit die Rückſtände ihrer Operationen im Großen zu unterſuchen, beſonders wenn ſich ihnen eigenthümliche Erſcheinungen darſtellen. Auf ſolche Weiſe hat man das Jod, das Brom, das Selen entdeckt und dieſer Weg wird eine

offene, nicht ſo bald erſchöpfende Quelle für Unterſuchungen bleiben.

Selen.

(Synonym. Selenium. Lat. Selenium. Franz. Sélénium.)

207. Eigenſchaften. Das Selen iſt bei der gewöhnlichen Temperatur ein ſtarrer Körper; es beſitzt eine geringe Härte und wird leicht mit dem Meſſer geritzt; es iſt zerbrechlich wie Glas und leicht in Pulver zu verwandeln. Sein ſpezifiſches Gewicht wechſelt von 4,30 bis 4,32, weil es mitten in ſeiner Maſſe ſehr häufig kleine Höhlungen hat. Seine Farbe und ſein Ausſehen ſind nicht immer gleich. Geht es aus dem geſchmolzenen Zuſtand ſchnell in den ſtarren über, ſo nimmt ſeine Oberfläche einen metalliſchen Glanz und eine ſehr dunkle braune Farbe an. Es gleicht dann einem polirten Blutſtein; im Bruche iſt es muſchlig, glasartig, bleigrau von Farbe und hat ein völlig metalliſches Anſehen. Geht aber das Selen vom geſchmolzenen Zuſtand ſehr langſam in den ſtarren über, ſo iſt ſeine Oberfläche rauh und körnig, bleifarbig, aber nicht mehr rein polirt; ſein Bruch iſt gleichfalls körnig, matt, und gleicht vollkommen dem des Kobaltmetalls. Wird es, mittelſt Zink oder ſchweflichter Säure, kalt aus einer verdünnten Auflöſung von ſelenichter Säure niedergeſchlagen, ſo nimmt es eine zinnoberrothe Farbe an; kocht man die Flüſſigkeit mit dem Niederſchlag, ſo zieht ſich dieſer zuſammen und wird faſt ſchwarz. Wird das Selen ſehr langſam reduzirt, ſo bildet es auf der Flüſſigkeit ein goldgelbes, glänzendes Häutchen.

Das Selen iſt in ſehr kleinen Stücken oder in dünnen Fäden durchſcheinend und läßt ein rubinrothes Licht durchgehen.

In welchem Zuſtand es ſich auch befinden mag, ſo iſt ſein Pulver doch immer dunkelroth; reibt man es, ſo bäckt es leicht zuſammen und bekommt dann eine glatte Oberfläche von grauer Farbe, wie dieß auch beim Antimon und Wismuth der Fall iſt.

Einer Hitze von weniger als 100 Grad ausgeſetzt, wird das Selen weich; einige Grade darüber wird es halbflüſſig und ſchmilzt völlig; beim Erkalten bleibt es, wie Siegellack, längere Zeit weich: man kann es zwiſchen den Fingern kneten und lange ſehr elaſtiſche Fäden daraus ziehen. Es kocht in einer die Rothglühhitze nicht erreichenden Temperatur und verflüchtigt ſich. Erhitzt man es in einer Retorte, ſo erzeugt es einen dunkelgelben Dampf, der zwiſchen Schwefeldampf und Chlorgas die Mitte hält und ſich im Hals der Retorte in ſchwarzen Tröpfchen wieder verdichtet; erhitzt man es in freier Luft oder in ſehr weiten Gefäßen, ſo bildet es einen rothen Rauch, der keinen eigenthümlichen Geruch beſitzt und der ſich in Geſtalt eines zinnoberrothen Pulvers abſetzt. Iſt die Hitze ſtark genug, um es zu oxydiren, ſo verbreitet das Gas einen Rettiggeruch.

Das Selen iſt weder Wärme- noch Electrizitäts-Leiter.

Es hat wenig Neigung zu kryſtalliſiren; doch, wenn es ſich langſam aus einer Auflöſung von ſelenwaſſerſtoffſaurem Ammoniak ſcheidet, ſo bildet es auf der Flüſſigkeit ein Häutchen, deſſen obere Fläche eine bloße Bleifarbe hat und glatt erſcheint, während die entgegenſetzte, untere Fläche weniger dunkelgefärbt iſt und von kleinen glänzenden Punkten bedeckt erſcheint. Unter dem Mikroſcop laſſen beide Flächen ein kryſtalliniſches Gefüge erkennen, welches der Würfel- oder Parallalipipedgeſtalt anzugehören ſcheint. Zuweilen bilden ſich auch an den Wänden des Gefäßes baumartige Anflüge, welche unter dem Vergrößerungsglas betrachtet, aus prismatiſchen, mit pyramidalen Endſpitzen verſehenen Kryſtallen zuſammengeſetzt zu ſeyn ſcheinen.

Das Selen in Dampfform entzündet ſich nicht durch die Berührung mit Sauerſtoffgas; es erzeugt ſich dabei nur etwas Selenoxyd, das dieſem Gas den Geruch von faulem Kohl mittheilt; leitet man aber einen Strom Sauerſtoffgas auf kochendes und in einem engen Raum befindliches Selen, ſo brennt es mit einer Flamme, deren Licht unten matt und weiß, an der Spitze und gegen die Ränder hin aber grün oder bläulich-grün iſt. Es ſublimirt ſich ſelenichte Säure dabei, mit etwas Selenoxyd gemengt.

Das Selen verflüchtigt ſich in der freien Luft unverändert; in einem verſchloſſenen und mit Luft gefüllten Gefäß erhitzt, verwandelt es ſich zum Theil in Oxyd; läßt man es aber in Berührung mit der Luft zum Sieden kommen und bringt man dann einen brennenden Körper in die Nähe, ſo bekommt die Flamme deſſelben an den Rändern eine ſehr reine laſur-blaue Farbe und das Selen verdampft, indem es ſehr ſtark nach faulem Kohl riecht.

Das Selem zerſetzt reines Waſſer nicht; es zerſetzt daſſelbe aber mit Hülfe mehrerer anderer Körper und verbindet ſich dann mit dem Waſſerſtoff.

Die Salpeterſäure greift das Selenium bei minderer Temperatur faſt gar nicht an; aber in der Wärme löſt ſie es mit Lebhaftigkeit auf und verwandelt es in ſelenichte Säure. Das Königswaſſer löſt es noch leichter auf.

Das Selen löſt ſich auch in fetten Ölen und in geſchmolzenem Wachs auf, verbindet ſich aber nicht den mit flüchtigen Ölen.

208. **Bereitung.** Wir werden dieſe bei der Selenſäure beſchreiben.

Selenwaſſerſtoffſäure.

(**Synonyme.** Hydroſelenſäure. Lat. **Acidum hydroselenicum.** Franz. **Acide hydrosélénique.**)

209. **Eigenſchaften.** Der Selenwaſſerſtoff iſt ein farbloſes Gas, beſitzt einen dem Schwefelwaſſerſtoffgas völlig ähnlichen Geruch, erzeugt aber ein ſtechendes, zuſammenziehendes und ſchmerzhaftes Gefühl, wie das Fluorkieſelgas, und zwar noch weit ſtärker. Es iſt außerordentlich gefährlich. **Berzelius** ward durch das Einathmen einiger Glasblaſen von der Größe einer Erbſe ſehr beläſtigt. In Berührung mit der atmoſphäriſchen Luft und Feuchtigkeit zerſetzt es ſich ſehr ſchnell; im Waſſer iſt es weit leichter löslich als Schwefelwaſſerſtoffgas. Das mit dieſem Gas geſchwängerte Waſſer hat nur einen ſchwachen Geruch; es ſchmeckt nach faulen Eiern, färbt die Haut braun und röthet die Lackmustinctur; mit der Luft in Berührung gebracht, zerſetzt es ſich und das Selen fällt zu Boden. Es ſchlägt alle Metallauflöſungen

nieder, ſelbſt die des Eiſens und Zinks, wenn ſie ſich im neutralen Zuſtand befinden. Mit den Auflöſungen des Zinks, Mangans und Ceriums bildet es fleiſchfarbene Selenmetalle; mit den andern Metallen ſchwarze und braune Selenverbindungen. Mit alkaliſchen oder erdigen Baſen giebt es, ganz wie das Schwefelwaſſerſtoffgas auflösliche Selenverbindungen.

Die Schwefelwaſſerſtoffſäure beſteht aus:

1 At. Selen	495,91	oder	97,56
2 At. Waſſerſtoff	12,48		2,44
2 At. Selenwaſſerſtoffſäure	508,39		100,0

210. **Bereitung.** Der Waſſerſtoff und das Selen verbinden ſich miteinander, wenn ſie im Augenblicke des Freiwerdens aus ihren Verbindungen, in wechſelſeitige Berührung kommen; ſo z. B. wenn man Selenkalium mit Chlorwaſſerſtoffſäure behandelt. Die Selenwaſſerſtoffſäure, die ſich nun bildet, iſt in ihren Eigenſchaften der Schwefelwaſſerſtoffſäure ſo ähnlich, daß man vermuthen kann, die zur Bereitung des letztern Gaſes gebräuchlichen Methoden würden auch für die Gewinnung der erſtern anwendbar ſeyn. Berzelius bediente ſich dabei das Selenkaliums in Stücken, welche er in eine tubulirte Retorte that und dann mit verdünnter Chlorwaſſerſtoffſäure begoß. Das Gas entwickelte ſich hierauf und wurde unter Queckſilber aufgefangen.

Selenoxyd.

(Synonyme. Franz. oxide de sélénium.)

211. Das Selenoxyd iſt gasförmig und zeichnet ſich durch einen Geruch nach verfaultem Kohl aus; in Waſſer iſt es ſehr wenig löslich; es ſcheint nicht die Eigenſchaft zu beſitzen, ſich mit Säuren zu verbinden, und kommt darin mit dem Kohlenoxydgas überein.

Berzelius hat dieſe Verbindung nicht näher unterſucht, zeigte aber doch, daß es ſich ſtets bei der Verflüchtigung des Selen's bildet, es mag dieſe nun in freier Luft oder in Sauerſtoffgas geſchehen, und der Verſuch in Flaſchen oder etwas großen Recipienten vorgenommen werden. Er konnte es nicht rein darſtellen.

Selenichte Säure.

(Synonyme. Lat. Acidum seleniosum. Franz. Acide sélénieux.)

212. Die ſelenichte Säure in reinem Zuſtand iſt feſt, farblos und hat einen eigenthümlichen Glanz; ſie hat einen rein ſauren Geſchmack, welcher ein brennendes Gefühl auf der Zunge zurück läßt; beim Erhitzen ſchmilzt ſie nicht, verflüchtigt ſich aber ſchon bei einer geringern Temperatur als nöthig iſt, um die Schwefelſäure zu deſtilliren. Ihr Dampf hat einen ſtechenden Geruch, wie die Säuren überhaupt und zeigt die Farbe des Chlors. Sie verdichtet ſich an den Wänden der Gefäße in ſehr langen vierſeitigen Nadeln. Aus der Luft zieht ſie ſehr raſch Feuchtigkeit an, bekommt ein mattes Ausſehen, zerfließt aber nicht. Sie iſt leicht auflöslich in Waſſer, beſonders in heißem. Bei langſamer Erkaltung kryſtalliſirt ſie in geſtreiften Prismen, bei ſchneller in kleinen Körnern und bei freiwilliger Verdampfung ſternförmig.

Sie löſt ſich auch in großer Menge in Alkohol auf. Die ſelenichte Säure wird ſowohl auf naſſem als trocknem Wege leicht reduzirt. Iſt ſie mit Chlorwaſſerſtoffſäure oder Schwefelſäure gemengt, ſo wird ſie durch Eiſen oder Zink reduzirt; das Selen ſetzt ſich auf dieſen Metallen ab, iſt aber, wenn man Schwefelſäure angewendet hat, mit Schwefel gemengt. Das beſte Mittel das Selen aus einer Auflöſung von ſelenichter Säure auszuziehen, beſteht darin, daß man die Flüſſigkeit ſauer macht, erhitzt, und ſchwefelicht-ſaures Ammoniak zuſetzt. Die freie Säure trennt die ſchwefelichte Säure vom Ammoniak, welche dann, auf Koſten des Sauerſtoffs der ſelenichten Säure, in Schwefelſäure übergeht, während das freigewordene Selen ſich nieder ſchlägt. Das ſelenichtſaure Kali, mit chlorwaſſerſtoffſaurem Ammoniak (Salmiak) erhitzt, reduzirt das Selen ebenfalls; es verflüchtigt ſich aber dabei etwas ſelenichte Säure. Das Schwefelwaſſerſtoffgas reduzirt die ſelenichte Säure, wobei ſich Schwefelſelen von dunkeler Orangefarbe bildet. Um dieſe Schwefelverbindung vollkommen abzuſcheiden, muß man etwas Chlorwaſſerſtoffſäure zur Flüſſigkeit hinzuſetzen und ſie dann erhitzen.

Die ſelenichte Säure iſt eine ziemlich ſtarke Säure. Sie ſcheint im Allgemeinen mit der Arſenikſäure überein zu kommen; ſie wirkt auf die Metalle, ſelbſt auf die oxydirbarſten wenig ein; mit den Alkalien bildet ſie keine neutralen Salze. Sie zerſetzt das ſalpeterſaure Silber und das Chlorblei.

213. Bereitung. Man erhält ſie auf verſchiedene Weiſe: 1.) Indem man das Selen in einer Glaskugel von einem Zoll im Durchmeſſer erhitzt, durch welche man einen Strom von Sauerſtoffgas leitet. Das Selen entzündet ſich; die ſelenichte Säure, die ſich bildet, kryſtalliſirt in der Röhre, in welche die Kugel ausläuft; man verliert aber bei dieſem Verfahren Selen, wegen der Bildung einer beſtimmten Quantität Selenoxyd, welches ſich verflüchtigt; 2.) erhält man dieſe Säure, indem man Selen mit Salpeterſäure erhitzt. Das Selen ſchmilzt und wird dann aufgelöſt; die Säure wird zerſetzt, es entwickelt ſich Stickſtoffoxydgas und durch das Erkalten der Flüſſigkeit erhält man ſelenichte Säure in ſchönen und langen prismatiſchen Nadeln, welche wie die des ſalpeterſauren Kalis geſtreift ſind; 3.) auf eben dieſe Weiſe kann man ſich einer Miſchung von Salpeterſäure und Salzſäure (Königswaſſer) bedienen; man verdampft, ſobald das Selen ſich aufgelöſt hat, die Flüſſigkeit langſam zur Trockne. Es bleibt eine weiße Maſſe zurück, welche ſich bei ſtärkerer Hitze ſublimirt. Dieß iſt dann ebenfalls reine ſelenichte Säure.

214. Zuſammenſetzung. Die ſelenichte Säure iſt gebildet aus:

1 At. Selen	=	495,91	oder 71,27
2 At. Sauerſtoff	=	200,00	28,73
2 At. ſelenichte Säure	=	695,91	100,00

Sie entſpricht vollkommen der ſchweflichten Säure.

Selenſäure.

(Synonyme. Lat. Acidum selenium. Franz. Acide sélénique.)

Es fehlte unter den Selenverbindungen ein Körper, den man mit der Schwefelſäure hätte vergleichen können. Mitſcherlich füllte dieſe Lücke aus, indem er eine neue

Säure kennen lehrte, von der wir nun die wichtigſten Eigenſchaften aufzählen wollen.

215. Eigenſchaften. Dieſe Säure iſt eine farbloſe Flüſſigkeit, welche man bis auf 280° C. erhitzen kann, ohne daß ſie ſich merklich zerſetzt; über dieſer Temperatur aber beginnt die Zerſetzung raſch; bei 290° erhält man ſchon Sauerſtoff und ſelenichte Säure. Bei einer Wärme von 165° iſt ihre Dichtigkeit 2,524; bei 267° iſt ſie 2,60 und bei 285° = 2,625; ſie enthält dann ſchon etwas ſelenichte Säure. Die Selenſäure enthält immer Waſſer, doch iſt deſſen Menge ſehr ſchwer zu beſtimmen, da ſie ſchon bei 280° anfängt ſich zu zerſetzen: eine Säure, welche man über 280° erhitzt hatte und welcher man die Quantität ſelenichter Säure, welche ſie enthalten konnte, entzogen hatte, enthielt 84,21 Selenſäure und 15,75 Waſſer. Wenn der Sauerſtoff des Waſſers ſich zu dem der Säure wie 1 zu 3 verhält, ſo müßten 100 Thl. Säure 87,62 trockne Säure und 12,38 Waſſer enthalten. So viel iſt gewiß, daß die Selenſäure noch eher anfängt ſich zu zerſetzen, als ſie die letzten Antheile des enthaltenen Waſſers fahren läßt. Sie verhält ſich hierin, wie die Schwefelſäure, wenn dieſe ſchon ſich bei 280° zerſetzte; vorausgeſetzt, daß dieſe Säure erſt bei 320° Waſſer genug verloren hat, um eine waſſerhaltige Säure zu bilden, welche ähnlich den neutralen ſchwefelſauren Verbindungen zuſammengeſetzt iſt. *)

Die Selenſäure hat eine große Verwandtſchaft zum Waſſer und erhitzt ſich mit demſelben gleich der Schwefelſäure. Eben ſo wie Letztere verhält ſie ſich zum Schwefelwaſſerſtoffgas; ſie wird nicht davon zerſetzt und man kann ſich daher der Schwefelwaſſerſtoffſäure bedienen, um das ſelenſaure Blei oder Kupfer zu zerſetzen. Mit der Chlorwaſſerſtoffſäure verhält ſie ſich auf eine eigenthümliche Weiſe; wenn man die Miſchung davon kocht, ſo bildet ſich Chlor und ſelenichte Säure, und man kann Gold und Platin darin auflöſen, wie in Königswaſſer. Löſt man Zink und Eiſen

*) Die Ähnlichkeit der Zuſammenſetzung beſteht nämlich darin, daß, wenn man hierbei das Waſſer als eine ſchwache Baſis betrachtet, dieſes, gleichwie die Baſen der neutralen ſchwefelſauren Salze ein Drittel der Sauerſtoffmenge enthält, welche in der damit verbundenen Schwefelſäure exiſtirt. A. u. E.

in der Selenſäure auf, ſo entbindet ſich Waſſerſtoffgas, beim Auflöſen von Kupfer bildet ſich ſelenichte Säure; ſie löſt auch Gold, aber nicht Platin auf. Die ſchwefelichte Säure wirkt gar nicht auf die Selenſäure, während ſie die ſelenichte Säure leicht reduzirt. Will man daher das Selenium aus einer Selenſäureauflöſung erhalten, ſo muß man dieſelbe, bevor man die ſchwefelichte Säure damit zuſammen bringt, mit Chlorwaſſerſtoffſäure zu kochen anfangen. —

Die Selenſäure ſteht in ihrer Verwandtſchaft zu den Baſen der Schwefelſäure wenig nach; ſo wird zum Beiſpiel der ſelenſaure Baryt von der Schwefelſäure nicht vollſtändig zerſetzt; ſie gehört alſo zu den ſtärkſten Säuren. Ihre Verbindungen ſind mit denen der Schwefelſäure iſomorph und haben ſowohl dieſelben Kryſtallgeſtalten als die nämlichen chemiſchen Eigenſchaften und man gewahrt deshalb an ihnen alle Erſcheinungen der ſchwefelſauren Verbindungen nur mit ſehr leichten aber auch ſehr intereſſanten Abänderungen.

216. Bereitung. Man ſtellt ſie leicht dar, indem man ſalpeterſaures Kali oder Natron mit Selen, ſelenichter Säure, einem Selenmetall oder einem ſelenichtſauren Salz zuſammen ſchmilzt. Man bedient ſich hiezu vorzugsweiſe des Selenblei's, da man dieß bisher in der größten Quantität gefunden hat; doch iſt es ſehr ſchwierig die Selenſäure aus dieſer Metallverbindung rein darzuſtellen, da ſie gewöhnlich von Schwefelmetallen begleitet iſt. Man behandelt die Selenverbindung, ſo wie man ſolche aus der Erde erhält, mit gemeiner Salzſäure, um die kohlenſauren Verbindungen aufzulöſen; der Rückſtand, der ohngefähr ein Drittheil der ganzen Maſſe ausmacht, wird mit einer gleichen Gewichtsmenge ſalpeterſaurem Natron gemengt und portionsweiſe in einen rothglühenden Schmelztiegel geworfen; das Blei wird oxydirt und das Selen verwandelt ſich in Selenſäure, die ſich mit dem Natron verbindet. Die geſchmolzene Maſſe wird nun mit ſiedendem Waſſer behandelt, welches nur das ſelenſaure, ſalpeterſaure und unterſalpetrichtſaure Natron auflöſt. Der wohl ausgewaſchene Rückſtand enthält dann kein Selen mehr. Man läßt die Auflöſung ſchnell kochen, und während dieſer Operation ſcheidet ſich das waſſerfreie ſelenſaure Na-

tron aus; läßt man dann die Auflöſung erkalten, ſo ſchießt das ſalpeterſaure Natron in Kryſtallen an. Bringt man dieſelbe von Neuem zum Kochen, ſo erhält man eine friſche Quantität des ſelenſauren Salzes und eben ſo wieder ſalpeterſaures Natron beim Erkalten. Auf dieſe Weiſe fährt man fort, bis man alles ſelenſaure Natron erhalten hat. Mit dem ſchwefelſauren Natron hat dieſes Salz die Eigenſchaft gemein, bei einer Temperatur von ungefähr 33° c ſeinen größten Grad der Auflöslichkeit im Waſſer zu haben; darüber und darunter löſt es ſich weniger leicht auf. Um es vollkommen rein darzuſtellen, muß man das unterſalpetrichtſaure Natron in ſalpeterſaures verwandeln, indem man ihm Salpeterſäure zuſetzt. Da aber das Mineral Schwefelmetall enthält, ſo enthält das ſelenſaure Natron auch ſchwefelſaures Natron, welches man durch die Kryſtalliſation nicht davon trennen kann. Alle Verſuche, um die Selenſäure von der Schwefelſäure zu trennen, waren ohne Erfolg, ſo zum Beiſpiel das Kochen der Selenſäure, die etwas Schwefelſäure enthielt, mit ſelenſaurem Baryt oder Barythydrat. Selbſt wenn man dem ſelenſauren Baryt nur die Hälfte der Schwefelſäure zuſetzt, die zur Sättigung des in ihm enthaltenen Baryts nöthig iſt, ſo wird man zwar einen großen Theil Selenſäure abſcheiden, aber doch wird dieſe immer noch Schwefelſäure enthalten.

Man iſt daher genöthigt das Selen aus dem friſchbereiteten unreinen ſelenſauren Salz auszuziehen. Um dieß zu bewirken, mengt man es mit ſalzſaurem Ammoniak, und erhitzt es, wobei man Selen, Stickſtoffgas und Waſſer erhält. Dieſes Selen iſt rein; mittelſt überſchüſſiger Salpeterſäure verwandelt man es in ſelenichte Säure. Man ſättigt die beiden Säuren mit kohlenſaurem Natron, dampft das Gemenge aus ſelenichtſaurem und ſalpeterſaurem Natron zur Trockne ab und ſetzt es der Rothglühhitze aus; es bildet ſich dadurch wieder ſelenſaures Natron, das man auf die beſchriebene Weiſe ausſcheidet. Man löſt dieſes Salz im Waſſer auf und zerſetzt es durch ſalpeterſaures Blei. Es bildet ſich unauflösliches ſelenſaures Blei und auflösliches ſalpeterſaures Natron. Der Niederſchlag wird nun ausgewäſchen, in Waſſer wieder aufgeſchlämmt und ein Strom Schwefelwaſ-

ſerſtoffgas durchgeleitet, welches unauflösliches Schwefelblei erzeugt und die Selenſäure frei macht. Dieſe wird nun filtrirt und hierauf mit Vorſicht abgedampft.

Mitſcherlich erwähnt nicht, ob er die Abdampfung im leeren Raum verſucht hat; ſie würde wahrſcheinlich gelingen. —

217. Zuſammenſetzung. Die trockne Selenſäure beſteht aus:

1 At. Selen	= 495,91	oder	62,32
3 At. Sauerſtoff	= 300,00		37,68
1 At. Selenſäure	= 795,91		100,00

Die waſſerhaltige Selenſäure muß enthalten

1 At. Selenſäure	= 795,91	oder	87,61
2 At. Waſſer	= 112,48		12,39
	908,39		100,00

Chlorſelen.

(Synonyme. Franz. Chlorure de Sélénium.)

218. Es giebt zwei Verbindungen des Selens mit Chlor, eine feſte und eine flüſſige. Die erſtere enthält mehr Chlor als die zweite, ſo wie man dieß auch bei den zwei Verbindungen des Chlors mit Jod, ſo wie Chlors mit Phosphor u. ſ. w. ſieht. Beide ſind leicht darzuſtellen. —

Selenchlorid.

(Deutochlorure de Sélénium.)

Läßt man Chlor über Selenium in einer Glasröhre ſtreichen, ſo verbinden ſich beide Subſtanzen unter Entwicklung von Wärme, und bilden dann eine ſtarre, weiße und flüchtige Maſſe. Ihr Dampf iſt gelb; er verdichtet ſich beim Erkalten in kleinen Kryſtallen. Dieſes Chlorſelen iſt in Waſſer löslich, wobei Wärme frei wird; der Flüſſigkeit theilt es einen ſtark ſauren Geſchmack mit.

Es zerſetzt das Waſſer und verwandelt ſich dann in Chlorwaſſerſtoffſäure und ſelenichte Säure, welche aufgelöſt bleiben.

Es beſteht aus:

1 At. Selen	=	495,91	oder 35,84
4 At. Chlor	=	884,00	64,16
		1379,91	100,00

Selenchlorür.

(Protochlorure de Sélénium.)

Man erhält dieß aus dem eben beſchriebenen Selenchlorid. Erhitzt man dieſe Verbindung mit Selen, ſo bildet ſich ein öliger Körper von bräunlichgelber Farbe, der durchſcheinend und flüchtig iſt. Dieſer Körper zerſetzt ſich langſam im Waſſer, indem ſich dieſes mit Chlorwaſſerſtoffſäure und ſelenichter Säure ſchwängert, wobei ſich aber Selen abſetzt.

Das Selenchlorür ſcheint viermal ſo viel Selen als das Selenchlorid bei gleicher Chlormenge zu enthalten.

Bromſelen.

(Synonyme. Franz. Bromure de Sélénium.)

219. Das Brom ſcheint mit dem Selen verſchiedene Verbindungen zu bilden, welche Serullas entdeckt und unterſucht hat; er glaubte zu bemerken daß die beſtändigſte Verbindung aus einem Theil Selen auf fünf Theile Brom beſteht. Um dieſe Bromverbindungen zu bereiten, pulveriſirt man das Selen und thut es in eine Röhre, welche Brom enthält. Die Verbindung geht unter Entwicklung von Wärme und Ziſchen vor ſich, jedoch ohne Lichtentwicklung.

Das Bromſelen iſt ſtarr, rothbraun, es raucht an der Luft und giebt einen Geruch wie Chlorſchwefel von ſich. Es zerſetzt das Waſſer und geht dann in Bromwaſſerſtoffſäure und ſelenichte Säure über. Wenn es einen Überſchuß von Brom oder Selen enthält, ſo werden dieſe Stoffe frei. Hieraus ſieht man, daß das Bromſelen vollkommen dem Chlorſelen gleicht, und daß es wie dieſes beſteht aus

1 Atom Selen	=	495,91	oder 79,0
4 Atom Brom	=	1865,60	21,0
		2361,51	100,0

Erhitzt man das Bromſelen, ſo wird es theils flüchtig, theils in Brom und Selen zerſetzt.

Schwefelſelen.

(Synonyme. Franz. Sulfure de Selénium.)

220. Man findet in der Natur ſelenhaltigen Schwefel; es iſt deshalb intereſſant dieſe Verbindung etwas näher zu betrachten. Das Schwefelſelen wird leicht in reinem Zuſtande dargeſtellt, wenn man die in Waſſer aufgelöſte ſelenichte Säure mittelſt Schwefelwaſſerſtoffgas zerſetzt. Es bildet ſich Waſſer und Schwefelſelen. Dieß Produkt läßt ſich nur ſchwer von der Flüſſigkeit, der es eine milchige Beſchaffenheit und zitronengelbe Farbe mittheilt, trennen. Setzt man aber Chlorwaſſerſtoffſäure dazu und läßt es kochen, ſo bäckt es in eine zuſammenhängende, elaſtiſche, dunkelorangegelbe Maſſe zuſammen. Man kann es dann leicht abſcheiden und waſchen. Es beſteht nothwendiger Weiſe aus:

1 Atom Selen	=	495,91	oder	55,2
2 Atom Schwefel	=	402,32		44,8
1 Atom Schwefelſelen	=	898,23		100,0

Das Schwefelſelen iſt ſehr ſchmelzbar, und wird, etwas über 100° c. erhizt, flüſſig. Stärker erhitzt kocht es und deſtillirt; nach dem Erkalten bleibt es durchſcheinend. Es hat einige Ähnlichkeit mit dem geſchmolzenen Auripigment. An der Luft erhitzt entzündet es ſich, wobei anfangs der Schwefel, dann das Selen verbrennt; ſo daß man anfänglich nur den Geruch der ſchwefelichten Säure, nachher aber noch den nach verfaulten Kohl wahrnimmt. Geſchieht die Verbrennung in einer engen an beiden Enden offenen Röhre, ſo verbrennt der Schwefel allein und Selen ſublimirt ſich in faſt reinem Zuſtande. Behandelt man dagegen das Schwefelſelen mit Salpeter-Salzſäure (Königswaſſer), ſo wird das Selen geſäuert, während der Schwefel rein zurück bleibt. Daß dieſer kein Selen mehr enthält, erkennt man daran, wenn er beim Erkalten und Starrwerden ſeine ſchöne gelbe Farbe wieder annimmt.

In der That macht ſchon $\frac{1}{100}$ Selen den Schwefel ſchmutzig gelb; ſo wie auch ſchon $\frac{1}{100}$ Schwefel die ſchöne rubinro-

the Farbe des Selen's umändert, obgleich er die Durchſich-tigkeit deſſelben vermehrt. Es reicht dieß ebenfalls hin, um dem Selen die Eigenſchaft ſich zu verdicken mitzutheilen, wenn man es einer ſtarken Hitze ausſetzt; dagegen macht aber auch eine Beimiſchung von Schwefel daſſelbe ſchon bei einer niedrigern Temperatur ſchmelzbar.

Selenhaltigen Schwefel fand man an verſchiedenen Orten, aber immer auf vulkaniſchem Boden. Auch hier liegt, wie beim Chlor, Jod und Brom die Bemerkung nahe, daß Stoffe, die Ähnlichkeit in ihrem chemiſchen Verhalten untereinander haben, auch ſehr häufig unter gleichen Lagerungsverhältniſſen vorkommen und in der Natur oft gemengt und mit einander verbunden gefunden werden.

Es iſt wahrſcheinlich, daß das Selen oft das Schwefeleiſen im Maximum (Schwefelkies) begleitet. Wenn man ſeine Gegenwart nicht immer bemerkt, ſo rührt dieß daher, daß es in zu geringer Menge vorhanden iſt, um ſich auf andere Weiſe, als bei der Gewinnung im Großen, zu erkennen zu geben. Unter dieſen Umſtänden hat man das Selen in der in Böhmen und England fabrizirten rauchenden Schwefelſäure erkannt, *) die aus ſchwefelſaurem Eiſen bereitet wird, welches von dem verwitterten natürlichen Schwefeleiſen herrührt. (121.)

*) Man kann das in der rauchenden Schwefelſäure aufgelöſte Selen abſcheiden, wenn man dieſelbe mit der doppelten Gewichtsmenge Waſſers verdünnt. Das in der verdünnten Säure nicht mehr auflösliche Selen wird als röthlichbrauner Niederſchlag gefällt und kann nun geſammelt werden. Operirt man nicht mit ſehr großen Mengen rauchender Säure, ſo erhält man nur äußerſt wenig Selen. A. u. E.

Capitel IX.

Phosphor. — Phosphorwaſſerſtoffgas im Minimum und im Maximum. — Phosphoroxyd, Phosphorſäure, phosphorichte Säure, Unterphosphorſäure und unterphosphorichte Säure. — Chlorphosphor, Bromphosphor, Jodphosphor und Schwefelphosphor.

221. Der Phosphor iſt bekanntlich ein ſehr entzündlicher Körper; dieſen Namen gaben die alten Chemiker jedem Körper, der fähig war, leuchtend zu werden, ohne daß man ihn zu erhitzen brauchte. Unter allen ihren ſogenannten Phosphoren, iſt der, welcher den Namen beibehielt, der einzige, der wirklich die Eigenſchaften eines einfachen Stoff's hat; alle Übrigen ſind ſehr manchfache Verbindungen, deren Zahl ſich noch jeden Tag vermehren kann. Wir verſtehen heutiges Tags unter Phosphor einen einfachen Körper, der in einiger Beziehung dem Schwefel und Selen gleicht, der aber auch wieder in anderer Hinſicht weſentlich davon abweicht, und beſonders durch ſeine große Brennbarkeit, denn er verbrennt ſchon bei der gewöhnlichen Temperatur in der Luft. Seine Entdeckung datirt ſich vom Jahr 1677 und war die Frucht von anhaltenden Unterſuchungen eines Alchymiſten jener Zeit. Jetzt wiſſen wir, daß ſich im faulenden Harn ein phosphorſaures Doppelſalz aus Ammoniak und Natron findet, welches in der Glühhitze durch die Kohlen zerſetzt wird, ſo daß das Ammoniak in ſeine Beſtandtheile zerfällt oder entweicht, während der mit ihm verbundene Antheil Phosphorſäure ſich, unter Einfluß des Kohlenſtoff's, in Kohlenoxyd und Phosphor verwandelt.

Durch ein geeignetes Verfahren kann man den Phosphor aus dem Harn ausziehen, doch iſt dieß ſo ſchwierig, daß man ſelbſt heut zu Tage Mühe haben würde, es auszuführen, obgleich man jetzt völlig vertraut iſt mit den verſchiedenen Wirkungen, welche die in dem Harn enthaltenen Stoffe bei ihrer wechſelsweiſen Berührung hervorbringen müſſen. Es läßt ſich deshalb erklären, wie die Bereitung des Phosphors ſeit ſeiner Entdeckung im Jahr 1677 bis zum Jahr 1737 fortwährend geheim bleiben konnte. Man wußte wohl, daß er aus dem Urin ausgezogen wurde, aber Allen, welche ſeine Bereitung verſuchten, mißlang dieſelbe vollkommen, ſo daß ſie, ſtatt Phosphor ſammeln zu können, kaum ſo viel bekamen, um ihn in den Vorlagen brennen zu ſehen. Kaum würde man ſich erklären können, wie die Alchymiſten jener Zeit dieſen Körper erhielten, wüßte man nicht, daß ſie gerade im Urin das geiſtige Agens zu finden hofften, das ſie für nöthig zur Verwandlung der Metalle hielten. Kunckel, der dem Phosphor ſeinen Namen gab, pflegte zu ſagen: daß, wüßte man den Werth des Urins zu ſchätzen, man einen einzigen Tropfen, der verloren gienge, beklagen würde. Daher iſt es nicht zu verwundern, daß die Alchymiſten, bei dieſem Glauben an die Produkte des Harns, practiſche Beobachtungen machten, welche geeignet waren, ſie in ihren Manipulationen mit ziemlicher Sicherheit auf dieſen Stoff zu leiten.

222. Folgendes iſt die Geſchichte der Entdeckung dieſes eigenthümlichen Körpers. Brandt, ein Hamburger Bürger, beſchäftigte ſich ſeit mehrern Jahren mit mühſamen Unterſuchungen über den Urin, in der Hoffnung, das geheimnißvolle Agens zu finden, das die Metalle in Gold verwandeln ſollte. Wie Andere ſeines Gleichen fand er nicht, was er ſuchte, glücklicher jedoch als ſie, erhielt er, was er nicht ſuchte. Er entdeckte den Phosphor, und wenn auch dieſer Erfolg ſeiner Verſuche nicht viel zur Verbeſſerung ſeiner Vermögensumſtände beitrug, ſo wurde doch wenigſtens ſein Name der Nachwelt aufbewahrt, eine Belohnung, die vielen vielleicht geſchicktern, aber weniger als er vom Zufall begünſtigten Alchymiſten nicht zu Theil wurde. Er theilte Kunckel ſeine Entdeckung mit; dieſer kam hierauf nach Hamburg

und bewog Kraft, einen ſeiner Freunde, ſich auch dahin zu begeben, in der Hoffnung, daß ſie vielleicht vereinigt in Brandt's Geheimniß eindringen könnten. Kraft begab ſich auch wirklich dahin; aber ohne Kunckel nur zu ſehen, handelte er für ſich allein und kaufte vom Erfinder das ganze Verfahren um 200 Reichsthaler, unter der ausdrücklichen Bedingung, daß er es Kunckel niemals mittheilen dürfte.

Kunckel ward durch dieſe Treuloſigkeit ſehr aufgebracht und begab ſich nach Hauſe nach Wittemberg; er unterwarf nun den Harn ſo vielen eignen Unterſuchungen, daß es ihm gelang, wirklich Phosphor daraus zu erhalten, ja er bekam ihn ſogar reiner als Brandt. Er fuhr fort, dieſen Stoff zu bereiten, der von nun an unter dem Namen Kunckels Phosphor bekannt wurde.

Auch der berühmte Boyle in England, der Phosphor in Kraft's Händen geſehen hatte und wußte, daß man ihn aus einem im menſchlichen Körper vorkommenden Stoff bereite, ſtellte eine Reihe von Verſuchen an, mittelſt welcher er, nach Verlauf eines Jahres, dahin gelangte, ebenfalls Phosphor darzuſtellen. Er theilte ſein Verfahren Godfrey Hankwit mit, der nach Boyle's vnd Kunckel's Tod viele Jahre lang allein im Beſitz des Handels mit dieſer Subſtanz war, die noch immer ausnehmend ſelten blieb und nur in den reichen Sammlungen der damaligen Zeit aufbewahrt wurde.

So viele Verſuche man auch anſtellte, ſo gelangte doch Niemand dahin, ein ſicheres und in ſeinen Erfolgen gleichbleibendes Verfahren anzugeben. Endlich kam im Jahr 1737 ein Fremder nach Paris und verkaufte der Regierung eine Verfahrungsart, das Hellot auszuführen und zu unterſuchen beauftragt wurde. Er that dieß auch in Verbindung mit Geoffroy, Dufay und Duhamel. Das Verfahren gelang und die Beſchreibung davon wurde in den Memoires de l'académie vom Jahr 1737 öffentlich bekannt gemacht. Um ſich einen Begriff von den Schwierigkeiten dieſer Verfahrungsart zu machen, bedarf es bloß der Bemerkung, daß man aus fünf Fäſſern (jedes von ungefähr 288 Kannen oder Maaß) Urin, nach der langweiligſten und mühſamſten Arbeit, 38 Pfund Rückſtand durch die Abdampfung erhielt, woraus

nach viermaliger Deſtillation, höchſtens vier Unzen Phosphor gewonnen wurden.

In der Folge brachte man an dieſem Verfahren einige Verbeſſerungen an; es wurde dieſes aber bald ganz und gar verlaſſen, da Scheele und Gahn die Gegenwart der Phosphorſäure in großer Menge in den Knochen aller Thiere entdeckten. Aus dieſen bereitet man nun heut zu Tage den Phosphor.

Phosphor.

(Synonyme. Lat. Phosphorus. Franz. Phosphore.)

223. Eigenſchaften. Der Phosphor iſt bei gewöhnlicher Temperatur ein feſter Körper; er iſt in reinem Zuſtande geſchmacklos, weil er in Waſſer unlöslich iſt; ſeine Auflöſungen ſchmecken etwas knoblauchartig. Er iſt ſo biegſam, daß man eine Stange ſieben oder achtmal in entgegengeſetzter Richtung biegen kann, ohne daß ſolche bräche. Ein Zuſatz von $\frac{1}{300}$ Schwefel reicht ſchon hin, um ihn zerbrechlich zu machen. Mit allen ſchneidenden Werkzeugen kann man ihn ohne Schwierigkeit theilen; ſelbſt durch die Finger und Nägel wird er leicht geritzt. Sein Geruch iſt ſchwach; er erinnert an den Geruch des Knoblauchs oder des unreinen Waſſerſtoffgaſes. Oft iſt der Phosphor durchſcheinend und farblos; zuweilen iſt er gelblich, zuweilen auch gelblich und durchſcheinend, wie Horn. Mehrmals deſtillirt und folglich in ſehr reinem Zuſtande, erlangt er die ſonderbare Eigenſchaft durch plötzliches Erkalten ſchwarz zu werden. Um dieſe Erſcheinung zu ſehen, muß man den Phosphor bei 60 oder 70° ſchmelzen; theilt man hierauf denſelben in zwei Theile und läſſt den einen davon langſam erkalten, ſo behält er ſeine Durchſichtigkeit und bernſtein-ähnliche Farbe; der andre hingegen wird ſogleich ſchwarz werden, wenn man ihn ſchnell in kaltes Waſſer wirft. Man kann dieſe Farbe nach Belieben verſchwinden und wieder erſcheinen machen, wenn man ihn auf die eben beſchriebene Weiſe ſchmilzt und ſchnell wieder in Waſſer taucht. Thénard beobachtete dieſe Eigenſchaft zuerſt.

Die Dichtigkeit des Phosphor's iſt 1,77. In der Wärme ſchmilzt er leicht und fängt ſchon bei ohngefähr 43° C. flüſſig zu werden. Iſt er völlig geſchmolzen und läßt man ihn dann ruhig erkalten, ohne ihn zu bewegen, ſo fängt er erſt bei 37° oder 38° C. an zu erſtarren; dann aber wird er ſchnell feſt, während das Thermometer plötzlich wieder auf 42 oder 43° C. ſteigt. In ſtärkerer Hitze verwandelt er ſich in Dampf; dieſer fängt jedoch ſchon bei einer niedrigern Temperatur an ſich zu bilden; unter dem gewöhnlichen Luftdruck geräth der Phosphor eigentlich erſt bei 290° C. ins Kochen und behält dieſe Temperatur auch in reinem Zuſtande bis zur völligen Verdampfung bei.

Die Deſtillation des Phosphors erheiſcht beſondere Vorſichtsmaßregeln, wegen der merkwürdigen Begierde, ſich in Berührung mit der Luft bei erhöhter Temperatur zu entzünden. Man kann dieſe Operation auf verſchiedene Weiſe vornehmen. Die erſtere beſteht darin, daß man den Phosphor in eine kleine Retorte thut, deren Hals in Waſſer getaucht wird, das man in einer Temperatur von 60 bis 80° C. erfüllt. Hierauf erhitzt man den Bauch der Retorte; der Phosphor wird verflüchtigt, verdichtet ſich wieder im Waſſer und fällt in dem mit Waſſer gefüllten Gefäß zu Boden. Man muß ſehr ſorgfältig zu Werke gehen, um dieſe Operation auszuführen; übrigens wendet man ſie auch nur ſelten an. Wenn die Retorte erkaltet, kann leicht Waſſer in ſie treten; ſie würde dann zerſpringen und der Phosphor könnte auf den Operateur geworfen werden, der Gefahr liefe, ſchrecklich davon verbrannt zu werden. Es iſt daher beſſer eine mehrmals gekrümmte Röhre anzuwenden, in welche man kohlenſaures oder trocknes Waſſerſtoffgas einſtrömen läßt. Der Phosphor wird in die erſte Krümmung der Röhre gebracht und hier erwärmt, die darauf folgende Krümmung dient dann als Recipient. Iſt die Deſtillation vollendet, ſo bricht man die Röhre entzwei und trennt ſo den Theil, der den deſtillirten Phosphor enthält, nachdem man etwas Waſſer auf ihn gegoſſen hat. Man ſchmilzt den Phosphor und formt ihn auf die gewöhnliche Weiſe. Selten hat man eine große

Quantität deſtillirten Phosphors nöthig; übrigens iſt dieſes Verfahren ſtets dem erſtern vorzuziehen.

224. Bei gewöhnlicher Temperatur brennt der Phosphor langſam in der Luft. Er wird darin ſogleich leuchtend und verbreitet ſaure Dämpfe, welche nichts anders als Unterphosphorſäure ſind. Dieſe langſame Verbrennung geht leicht in eine ſehr lebhafte über, wobei dann Phosphorſäure erzeugt wird. Zu dem Ende reicht es ſchon hin die Temperatur des Phosphors nur durch die Berührung mit der Hand etwas zu erhöhen, oder indem man mehrere Stücke Phosphor neben einander in die Luft legt; im Sommer aber iſt ſchon ein der Luft ausgeſetztes Stück hierzu hinreichend. Es iſt deshalb durchaus nothwendig, den Phosphor, während man ihn anfaßt, unter Waſſer liegen zu laſſen; ſoll er aber aus demſelben herausgenommen werden, ſo muß man vermeiden, ihn zu berühren, oder ihn von Zeit zu Zeit wieder ins Waſſer tauchen, um ihn kalt zu halten; bei Verſuchen muß man ſich beſonders hüten, mehrere Stücke dicht neben einander an der Luft liegen zu laſſen.

Hieraus ergiebt ſich natürlich, daß man den Phosphor nur in einer nicht Sauerſtoff haltigen Gasart oder im Waſſer aufbewahren kann. Letztre Aufbewahrungsart wendet man als die bequemſte vorzugsweiſe an. Man bringt die Phosphorſtängel in eine Flaſche mit eingeriebenem Glasſtöpſel und füllt ſie mit ausgekochten Waſſer an. Iſt Luft im Waſſer oder in der Flaſche geblieben, ſo erzeugt ſich bald Unterphosphorſäure, welche im Waſſer aufgelöſt bleibt. Iſt die Flaſche den Sonnenſtrahlen ausgeſetzt, ſo bedeckt ſich der Phosphor mit einer dicken, undurchſichtigen, pomeranzenfarbigen Kruſte: dieß iſt rothes Phosphoroxyd. Wenn nur indirektes Sonnenlicht oder zerſtreutes Licht den Phosphor trifft, ſo wird er gleichfalls auf ſeiner Oberfläche undurchſichtig, allein die gebildete Haut iſt dann weiß und beſteht aus Phosphoroxydhydrat. Verwahrt man die Flaſche vor dem Einfluß des Lichts ganz, ſo behält der Phosphor ſeine Durchſichtigkeit unbeſtimmte Zeit. Ich erhielt ihn ſo mehrere Jahre lang unverändert.

Vogel ſah den Phoſphor auch im leeren Raum, in Stickgas und Waſſerſtoffgas unter dem Einfluß der Sonnenſtrahlen roth werden; dieß würde beweiſen, daß die eben beſprochene Veränderung nicht des Zutritt's der Luft bedarf, und daß dieſelbe wahrſcheinlich durch die Zerſetzung des Waſſers bewirkt wird.

Dieſe Umſtände beweiſen, wie ſchwierig es iſt, Phosphor aufzubewahren, ohne daß ſich nicht etwas Oxyd daran bilde; auch bleibt beim jedesmaligen Deſtilliren ein um ſo reichlicherer rother Rückſtand, als der Phosphor längere Zeit den verſchiedenen eben erwähnten Einflüſſen ausgeſetzt war.

225. Bereitung. Wir wollen nichts von dem alten Verfahren erwähnen, da es längſt nicht mehr gebräuchlich iſt. Die heut zu Tage allgemein angewendete Bereitungsmethode gründet ſich auf die Anweſenheit einer beträchtlichen Menge baſiſch phosphorſauren Kalks in den Knochen und aus dieſem Salz gewinnt man nun den Phosphor. Zu dieſem Ende behandelt man es mit Schwefelſäure und verwandelt es ſo in ſauern phosphorſauren Kalk, welchen man mit Kohle mengt und in einer Retorte von Steingut kalzinirt. Die überſchüſſige Säure zerſetzt ſich, theilt ihren Sauerſtoff der Kohle mit, die ſich in Kohlenoxyd verwandelt, während der freigewordene Phosphor ſich in dem Recipienten verdichtet. Die Theorie dieſer Operation iſt ſehr einfach, nicht ſo ihre Ausführung; es ſind hierbei verſchiedene Vorſichtsmaaßregeln zu beobachten, die wir ſogleich angeben wollen.

Die Knochen, welche man gewöhnlich dazu anwendet, ſind von Ochſen, Schafen oder Pferden. Sie enthalten auſſer dem baſiſch phosphorſauren Kalk auch kohlenſauren Kalk und noch einige andre Salze in unbedeutender Menge, auſſerdem aber auch 50 Prozent thieriſche Stoffe, die man zuerſt zerſtören muß; man erreicht dieß durch die Verbrennung. Zu dem Endzweck macht man in einem großen Reverberirofen Feuer und wirft zuerſt nur einige Knochen durch die Öffnung des Ofengewölbes. Sind dieſe wohl angebrannt, ſo fügt man neue hinzu und fährt ſo fort, bis der Ofen halb voll iſt. Man bewirkt zugleich einen ſtarken Zug, indem man ein Rohr auf die Kuppel ſetzt und dieſes in den Schornſtein

gehen läßt. Iſt der Apparat ſo vorgerichtet, ſo geht die Operation ohne weiteres Zuthun vor ſich. Die kalzinirten Knochen nimmt man unten durch die Thüre des Feuerheerds heraus und bringt neue durch die Öffnung der Kuppel hinein. Doch muß man vorſichtig ſeyn und nicht eine zu große Menge auf einmal hinein bringen, ſo wie auch das Aſchenloch rein halten, damit die Verbrennung vollſtändig Statt finde und die entwickelten Gaſe die Umgebungen nicht beläſtigen können. Man ſieht, daß dieſe Operation keine große Ausgabe erfordert; die angewendeten Knochen liefern ſelbſt das nöthige Material zum Brennen.

Durch die Kalzination werden die Knochen zuerſt ſchwarz, weil der Waſſerſtoff, Sauerſtoff und Stickſtoff der thieriſchen Subſtanz nicht allen Kohlenſtoff bei ihrem Entweichen mitnehmen können. Es dauert lange Zeit bis dieſe in der Knochenmaſſe abgeſetzte Kohle bis zum Mittelpunkte derſelben verbrennt. Sollten zu viele ſchwarze Theile noch in den Knochen beim Herausnehmen ſichtbar ſeyn, ſo muß man ſie von Neuem in den Ofen thun.

226. Nach beendigtem Brennen pulveriſirt man die Knochen, ſiebt das Pulver, theilt es in Portionen zu ſechs Kilogramm ab und thut dieſe in eben ſo viele hölzerne Kübel. Man fügt dem Pulver eine hinlängliche Menge Waſſer zu, um einen dünnen Brei zu bekommen und gießt dann unter ſtetem Umrühren mit einem hölzernen Spatel, nach und nach vier oder fünf Kilogramm konzentrirte Schwefelſäure dazu. Es wird dabei viele Wärme entwickelt, der zerſetzte kohlenſaure Kalk läßt Kohlenſäure frei werden, der baſiſch phosphorſaure Kalk giebt einen Theil ſeiner Baſis an die Schwefelſäure ab und es bleibt demnach im Kübel ein Gemenge von ſchwefelſaurem Kalk, ſaurem phosphorſaurem Kalk und überſchüſſiger Schwefelſäure. Wenn man die Maſſe nicht beſtändig umrührt, ſo bäckt der ſchwefelſaure Kalk zuſammen und bildet große Klumpen, welche einen Theil des phosphorſauren Kalks der Einwirkung der Schwefelſäure entziehen würden. Wenn die Maſſe anfängt zu erkalten, ſo wird ſie immer dicker und würde ſelbſt ganz hart und feſt werden, wenn man nicht ſchnell ohngefähr zwanzig Liter Waſſer da-

zu göße. Man läßt das Gemenge 24 Stunden ruhig ſtehen, damit die Säure Zeit gewinne, auf allen Punkten einzuwirken. Nach Verlauf dieſer Zeit füllt man den Kübel mit ſiedendem Waſſer, thut das Ganze auf ein Tuch und preßt den feſten Rückſtand aus; ſo erhält man ein erſtes Waſchwaſſer. Man verdünnt jetzt den Rückſtand mit einer friſchen Portion ſiedenden Waſſer's, bringt ihn von neuem auf's Tuch, drückt ihn wie vorher wieder aus und hat auf dieſe Weiſe ein zweites Waſchwaſſer. Endlich wiederholt man die ganze Operation zum dritten Mal; der Rückſtand muß dann geſchmacklos ſeyn und kann weggeworfen werden, denn er enthält nichts weiter als ſchwefelſauren Kalk. Das erſte Waſchwaſſer wird beſonders bei Seite geſtellt, man läßt es ſich abſetzen und dampft die klare Flüſſigkeit ab; das zweite und dritte dienen dazu, um die zwei erſten Waſchungen in einem neuen Kübel vorzunehmen, für welchen man alſo nur eine Waſchung und zwar die letzte mit reinem Waſſer macht. So fährt man von Kübel zu Kübel fort, indem man immer das erſte Waſſer abdampft, das zweite und dritte aber zu den erſten beiden Waſchungen des folgenden Kübels aufhebt.

227. Die Waſchwaſſer enthalten ſauren, phosphorſauren Kalk, Schwefelſäure und ſchwefelſauren Kalk. Letztrer, der wegen des vielen angewendeten Waſſers, und weil der Überſchuß an Säure ſeine Auflöſung erleichtert, in ziemlicher Menge vorhanden iſt, muß nun zuerſt entfernt werden. Man erreicht dieſen Zweck, indem man die Flüſſigkeit in einem bleiernen oder kupfernen Keſſel beinahe bis zur Trockne abdampft. Der ſchwefelſaure Kalk ſchießt in ſeidenartigen Nadeln an. Man gießt hierauf das drei- oder vierfache Volum des Rückſtands an Waſſer hinzu, kocht die Maſſe und bringt ſie auf das Filtrum. Der ſchwefelſaure Kalk bleibt dann beinahe ganz auf dem Filtrum zurück. Die neue Flüſſigkeit beſteht aus ſaurem, phosphorſaurem Kalk, der faſt rein iſt oder nur freie Schwefelſäure enthält.

Man dampft ſie nun von Neuem bis zur Syrupkonſiſtenz ab und bringt ſie dann in einen kupfernen Keſſel, deſſen Boden außen mit Thon beſchlagen iſt. Man ſetzt den vierten Theil ihres Gewichts geglühte Kohle oder ſolche, wel-

che aus dem Ofen der Bäcker kömmt und vorher pulveriſirt worden, hinzu; man mengt und erhitzt hierauf die Maſſe gut, bis der Boden des Keſſels rothglühend wird. Der Thonbeſchlag hat den Zweck, den Keſſel gegen Oxydation zu ſchützen, übrigens könnte ſtatt des kupfernen Keſſels auch ein gußeiſerner angewendet werden. Der größte Theil des Waſſer's verdampft und die freie Schwefelſäure, wenn welche übrig blieb, wird verflüchtigt und von der Kohle zerſetzt.

228. Dieß letztere Gemenge wird nun zur Ausziehung des Phosphors angewendet. Es beſteht aus ſaurem phosphorſaurem Kalk, Kohle und Waſſer; denn trotz der angewendeten hohen Temperatur hält die Kohle und das ſaure phosphorſaure Salz noch Feuchtigkeit zurück. Erhitzt man das Gemenge bis zum Weißglühen, ſo verwandelt ſich der ſaure phosphorſaure Kalk in neutralen phosphorſauren, während der Überſchuß an Säure durch die Kohle in Phosphor umgewandelt wird. Die Gegenwart des Waſſer's verurſacht außerdem noch einige zufällige Erſcheinungen, welche wir beſchreiben wollen. Es muß hinſichtlich dieſes Gemenges bemerkt werden, daß die erſten Chemiker, die ſich deſſelben bedienten, der Meinung waren, die Phosphorſäure befände ſich darin in reinem Zuſtande und habe allen ihren Kalkgehalt an die Schwefelſäure abgegeben. Später fanden Fourcroy und Vauquelin, daß aus dem baſiſchen Salz nur ſaures phosphorſaures geworden ſey; man wurde deshalb zu dem Schluſſe veranlaßt, daß es gut ſeyn würde, eine größere Menge Schwefelſäure anzuwenden, um ſo den gebrannten Knochen mehr Kalk zu entziehen und den Verluſt der Säure zu vermeiden, die im neutralen phosphorſauren Salze zurück bleibt. Dieſe Meinung wurde von Javal widerlegt, welcher ſich überzeugte, daß die reine Phosphorſäure, mit Kohle gemengt, nur wenig oder keinen Phosphor giebt. Sie verflüchtigt ſich ſchon bei einer Temperatur, die niedriger iſt, als die zu ihrer Zerſetzung erforderliche und entgeht ſo dem Einfluß der Kohle; ein phosphorſaurer Kalk, der zu viel Säure enthält, iſt alſo auch aus demſelben Grunde nicht anwendbar, denn ein Theil der Säure ſublimirt ſich ſchon unter der zur Reaction der Kohle nothwendigen Tempera-

tur. So hatte der Zufall den Chemikern, welche ſich zuerſt mit dieſer Operation beſchäftigten, einen größern Dienſt geleiſtet, als ſie dachten. Javal machte ſogar den Vorſchlag, die Menge der Schwefelſäure zu vermindern, ſtatt ſie zu vermehren, allein die Reſultate der Fabrikation im Großen heißen dieſe Vorſicht unnütz.

229. Auf die Einrichtung des Apparats muß viel Sorgfalt verwendet werden. Man bringt das Gemenge, welches von drei Behandlungen der kalzinirten Knochen, jede zu 6 Kilogrammen, herrührt in eine Retorte von Steingut, ſo daß ungefähr vier Fünftheile voll werden. Dieſe Retorte muß beſonders ausgewählt und von ſehr feuerfeſtem Steingut ſeyn, muß ferner mit der größten Vorſicht mit Thon beſchlagen werden und zwar ziemlich lange vor dem Gebrauch, damit der Beſchlag gehörig trocknen kann. Man bringt ſie in einen großen Reverberirofen, (Tafel 7. Fig. 8.) befeſtigt an ihren Hals eine weite kupferne Röhre (a), welche gebogen iſt und bis zum Boden eines zur Hälfte mit Waſſer gefüllten Glaſes reicht. Dieß Glas wird durch einen Stöpſel verſchloſſen, durch welchen die Röhre läuft; es iſt in demſelben noch außerdem eine gerade drei Fuß lange und wenigſtens einen halben Zoll weite Röhre angebracht, damit ſich nicht während der Deſtillation der Phosphordampf zu ſehr darin anhäufe und ſie verſtopfe.

Außerdem verkittet man ſorgfältig mittelſt eines erdigen Kittes die Stelle, wo der Retortenhals in das kupferne Rohr eingefugt iſt. Zu dieſem Ende bringt man zwiſchen beide mittelſt eines Spatels eine hinreichende Maſſe Kitt, um den Zwiſchenraum auszufüllen; dann macht man oben eine Lage Kitt darüber; iſt dieſe trocken, ſo bringt man eine zweite darauf an, welche dazu dient, die Riſſe der erſten zu verſtreichen, und ſo kann man ſelbſt eine dritte darauf anbringen, wenn es nöthig ſeyn ſollte. Eben ſo verkittet man alle Fugen des Ofens, um Luftſtröme zu vermeiden, welche den Zug hindern und außerdem ſelbſt die Retorte zu zerſpringen veranlaſſen könnten.

230. Iſt der Kitt trocken, ſo zündet man Feuer im Aſchenloch an und unterhält es darin drei Viertel Stunden oder eine Stunde lang. Man bringt das Feuer dann in

den Feuerplatz und wirft nach und nach brennende Kohle in den Ofen. Man muß ziemlich langſam hierbei zu Werke gehen, damit die Retorte wenigſtens drei Stunden braucht, ehe ſie vollkommen glüht; dabei giebt man immer fort Kohle zu bis der Ofen faſt voll iſt. Nun wirft man todte Kohlen durch die Kuppel und fährt damit beſtändig fort, ohne zu warten bis die Retorte entblößt wird, denn die Berührung der kalten Kohle könnte ſie zerſprengen. Je nach der Beſchaffenheit des Zugs und der Geräumigkeit des Ofen's muß man alle fünf, ja ſelbſt alle zwei Minuten Kohlen hinzuſchütten. Um den Zug zu vermehren bringt man auf der Kuppel ein fünf oder ſechs Fuß langes Ofenrohr an, das in dem Schornſtein emporragt. Sobald die Retorte zu glühen anfängt, entwickeln ſich Gaſe; ihre Erzeugung dauert fort bis zur Beendigung der ganzen Operation und dient dazu, ihren Gang zu reguliren. Geht die Entwicklung zu raſch von ſtatten, ſo ſchließt man das Regiſter des Rohr's ein wenig; wird ſie zu langſam, ſo lüftet man den Roſt des Feuerplatzes mit einem Eiſenſtab; hört ſie ganz auf, ſo iſt zu befürchten, daß die Retorte zerſprungen iſt. Um ſich davon zu unterrichten, unterſucht man zuerſt den Kitt, der Retorte und Röhre zuſammen hält; wird er loſe, ſo hilft man nach, und wenn man kein Phosphoresziren um dieſen Punkt bemerkt, außerdem auch das Feuer ziemlich lebhaft iſt, ſo muß man das Ofenrohr wegnehmen und mit der Hand die Flamme, die zur Kuppel hinausſchlägt, ſtark gegen ſein Geſicht wehen, um zu bemerken, ob ſie einen Phosphorgeruch hat. Iſt dieß der Fall, ſo kann man ſicher ſeyn, daß die Retorte zerſprungen iſt, und wenn die Operation noch nicht ſehr weit vorgeſchritten wäre, ſo iſt es am paſſendſten, die in der Retorte befindliche Maſſe aufzubewahren, weil ſie dann wieder bei einer folgenden Operation angewendet werden kann. Aus dieſem Grunde ſchließt man die Kuppel mit einem Backſtein, nimmt das Feuer heraus, bringt es in einen Kohlendämpfer und zerbricht die Retorte, ſobald ſie erkaltet iſt; den Rückſtand bringt man in eine neue Retorte und fängt nun wieder von vorne an. Die ganze Operation dauert 24 bis 30 Stunden. Achtzehn Kilogrammen

Knochenaſche liefern, wenn ſie gut geleitet wird, zwei Kilogrammen rohen Phosphor.

Die ſehr reichlichen gasförmigen Produkte, die ſich bilden, machen die Abſorption während der ganzen Dauer der Deſtillation unmöglich, vorausgeſetzt, daß das Feuer beſtändig unterhalten wird. Gegen das Ende vermeidet man ſie, indem man das Glas, welches die Vorlage bildet, etwas ſenkt, ſo daß die Röhre nicht tiefer als einen Zoll im Waſſer iſt. Auf dieſe Weiſe dringt nach und nach die Luft wieder in die Retorte und die Abkühlung geſchieht ruhig.

231. Setzt man an die Stelle der geraden Röhre eine gekrümmte, welche man unter volle Waſſerflaſchen bringt, ſo kann man die Gasarten, welche ſich entbinden, auffangen und unterſuchen. Man wird dann bemerken, daß, im Augenblick, wo die Retorte glühend wird, ſich Kohlenoxydgas und Kohlenwaſſerſtoffgas erzeugt, welche augenſcheinlich durch die Zerſetzung des Waſſers mittelſt der Kohle entſtehen. Nach vier oder fünfſtündigem Feuer wechſelt die Natur der Gaſe, der Phosphor fängt an überzugehen und man erhält Kohlenoxydgas und Phosphorwaſſerſtoffgas. Wenn das letztere Gas ſich entwickelt, ſo muß man annehmen, daß Waſſer in der Maſſe zurück blieb und daß dieß zerſetzte Waſſer Kohlenoxydgas und Phosphorwaſſerſtoffgas giebt; aber der größte Theil des Kohlenoxydgaſes rührt von der Zerſetzung der Phosphorſäure ſelbſt her. Dieſe beiden letzten Gasarten fahren fort, ſich während der ganzen Dauer der Operation zu erzeugen. Es wäre nicht ohne Nutzen, zu unterſuchen, ob das entzündliche Gas, das ſich bildet, auch wirklich Phosphorwaſſerſtoffgas iſt, wie man behauptet, oder ob es nicht blos mit Phosphordampf geſättigtes Kohlenoxydgas iſt, welche Beimiſchung auch hinreichen würde, es bei der Berührung mit der Luft zu entzünden. Ein ſehr beträchtlicher Antheil Phosphor entweicht immer bei der Verdichtung. Es geht derſelbe durch den Rezipienten und ſetzt ſich als Staub auf den Wänden des Rohrs ab.

232. Der Phosphor, der beim Anfang der Operation übergeht, iſt faſt rein; nicht ſo der, welcher gegen das Ende zu ſich bildet: während erſterer ſchnell in das Vorlagglas

fließt, verdichtet ſich letzterer in der Verlängerungsröhre, ja ſelbſt im Hals der Retorte und widerſteht hier einer ziemlich hohen Temperatur, ohne zu ſchmelzen; dieſer hat ſtatt der zitrongelben Farbe und der gewöhnlichen Durchſichtigkeit des Phosphor's eine röthliche Farbe, erſcheint zuweilen ſelbſt ſchwärzlich und iſt undurchſichtig, was anzeigt, daß er mit einem fremden Stoff vermiſcht iſt. Man nahm bisher an, daß er mit Kohle verbunden ſey; ich möchte eher vermuthen, daß es Kieſel oder Silicium iſt, welches von den Wänden der Retorte herrührt. *)

Um den rohen Phosphor zu reinigen, nimmt man ein Stück ſämiſch gegerbtes Leder, benetzt es hinlänglich mit kaltem Waſſer, thut den Phosphor mit etwas Waſſer hinein und bindet nun das Leder in einen Beutel feſt zuſammen. Man bringt dieſen Beutel nun in eine Schüſſel voll ſiedenden Waſſers und hält ihn ſo lange darin, bis das Waſſer auf eine Temperatur von 45 oder 50° C. herabgeſunken iſt, dann preßt man ihn ſtark, entweder mit den Händen oder mit einer Zange. Der Phosphor dringt nun ſehr rein und durchſichtig durch, während die fremdartigen Stoffe im Säckchen zurück bleiben. Dieß enthält dann ein ſchwärzliches, häufiger aber ein rothes Pulver, welches, mit ſchwacher Salpeterſäure erhitzt, noch mehr reinen Phosphor liefert. Die Säure zerſtört die fremdartigen Stoffe, deren Natur man noch nicht genau kennt.

Das Stück ſämiſch Leder kann man nicht mehr als einmal hiezu gebrauchen; denn da es von den unreinen Stoffen ganz durchdrungen iſt, ſo würden dieſe, wenn man es von Neuem anwenden wollte, zugleich mit dem Phosphor durchgepreßt werden.

233. Es bleibt nun noch übrig dem Phosphor eine bequeme Form zu geben, die gewöhnlich in langen, dünnen

*) Wir weiſen einſtweilen auf eine Tafel 12. Fig. 6, 7 u. 8. befindliche Zeichnung eines Ofens hin, der zur Bereitung des Phosphors im Großen in den Pariſer Fabriken angewendet wird. Ein ſolcher Ofen nimmt 6 große Retorten auf einmal auf und liefert mittelſt einer einzigen Deſtillation 36—40 Pfund Phosphor. Der Verfaßer wird deſſen ausführliche Beſchreibung nachfolgen laßen. A. u. E.

Stangen beſteht. Man erreicht dieß, indem man ihn in Glasröhren formt. Hiezu wählt man etwas koniſche, 9 bis 10 Zoll lange und ohngefähr zwei Linien im Durchmeſſer haltende Röhren. Man taucht das eine Ende einer Röhre in den geſchmolzenen Phosphor und ſaugt mit dem Munde langſam am andern Ende, bis der Phosphor ſo weit emporgeſtiegen iſt, daß er noch ein oder zwei Zoll vom Munde entfernt iſt. Dann ſchließt man die untere Öffnung der Röhre mit dem Finger, nimmt ſie heraus und taucht ſie raſch in ſehr kaltes Waſſer ein. Der Phosphor wird dadurch ſchnell feſt und man ſtößt ihn dann aus der Röhre mittelſt eines Holz- oder Glasſtäbchens. Befürchtet man hiebei einen übeln Zufall, der ſich bisweilen wirklich ſchon ereignete, ſo kann man ſtatt des Aufziehens mit dem Munde eine Blaſe von elaſtiſchem Gummi anwenden, die man zuſammendrückt und wieder aufſchwellen läßt; man befeſtigt einen ſolchen Beutel an das Ende der Röhre mittelſt eines Stöpſels, drückt ſie dann zuſammen, um die Luft daraus zu entfernen, taucht das andre Ende der Röhre in den Phosphor und überläßt nun die Blaſe nach und nach ihrer natürlichen Elaſtizität; ſie ſchwillt nun wieder an, der Phosphor ſteigt dadurch in die Röhre hinauf; ſo bald er die gehörige Höhe erreicht hat, bringt man die Röhre unter den angegebenen Vorſichtsmaaßregeln ins kalte Waſſer. Statt des Aufziehens mit dem Munde kann man viele andre ganz gefahrloſe Verfahrungsarten anwenden und man ſollte von jenem nur im höchſten Nothfall Gebrauch machen, da die geringſte Unachtſamkeit hiebei ſehr gefährlich werden kann.

234. Benutzung. Der Phosphor wird vorzüglich in Laboratorien gebraucht; man bediente ſich deſſen früher bei Verarbeitung des Platins, was man aber jetzt ganz aufgegeben hat; er wird nun noch zur Verfertigung von dreierlei Sorten von Feuerzeugen angewendet, welche häufig gebraucht werden.

Die erſte und einfachſte Art beſteht darin, daß man ein Stückchen Phosphor in einem kleinen Fläſchchen, oder in einer verſchloſſenen Röhre von ungefähr einem Zoll Länge ſchmilzt. Sobald der Phosphor geſchmolzen iſt, verſchließt man das kleine Gefäß mit einem Korkſtöpſel und dann iſt

das Feuerzeug fertig. Bei ſeinem Gebrauche nimmt man zwei Zündhölzchen, das eine etwas ſtark, das andre wie gewöhnlich; man taucht das erſte in das Feuerzeug, kratzt damit die Oberfläche des Phosphors, um von dieſem etwas mit wegzunehmen, das am Schwefel hängen bleibt. Es iſt dann ſchon hinreichend, das Ende des Zündhölzchens auf einem Stück Filz oder rauhem Kork ſchnell zu reiben, damit der Phosphor Feuer fange und den Schwefel anzünde. Die Phosphorſäure, die ſich bildet, durchdringt das Holz des Zündhölzchens und verhindert häufig ſein Fortbrennen, ſo daß es faſt immer auslöſcht, ehe man Zeit hatte, ſich deſſelben zu bedienen. Man vermeidet dieſen üblen Umſtand, indem man das erſte Schwefelhölzchen benützt, um das zweite damit anzuzünden. Dieſes hat immer Zeit anzubrennen und löſcht nicht wieder aus, wenn es einmal Feuer gefangen hat. Wenn man das Zündhölzchen mit dem Phosphor auf einem harten und glatten Körper, z. B. auf Glas, Porzellan riebe, ſo würde es ſich nicht entzünden.

Das zweite Feuerzeug unterſcheidet ſich vom erſten dadurch, daß man in das kleine Gefäß, welches den Phosphor enthält, während dieſer im Schmelzen iſt, ein kleines rothglühendes Eiſenſtäbchen eintaucht, um ihn anzuzünden. Wiederholt man dieſe Operation zwei bis dreimal, ſo bildet ſich etwas Phosphoroxyd, welches mit einem Überſchuß von Phosphor vermengt bleibt und dieſen von freien Stücken entzündlich macht. Man verkorkt das Fläſchchen ſorgfältig, läßt es erkalten und hebt es wohl verſchloſſen zum Gebrauch auf. Will man Feuer machen, ſo braucht man nur das Zündhölzchen hinein zu tauchen, um etwas von dem darin enthaltenem Gemenge herauszunehmen. Bei der Berührung mit der Luft entzündet es ſich und da die Quantität des herausgenommenen Phosphor's geringer iſt als im vorhergehenden Fall, ſo löſcht es ſeltner wieder aus. Dieſe Feuerzeuge ziehen jedoch ſehr viele Feuchtigkeit aus der Luft an, da ſich zu gleicher Zeit mit dem Phosphoroxyd auch etwas Phosphorſäure gebildet hat und ſo kann man ſich öfters ſchon nach wenigen Tagen derſelben nicht mehr bedienen.

Die dritte Art Phosphorfeuerzeuge iſt unter dem Na-

men der Feuerzeuge von entzündlichem Kitt (mastic inflammable) bekannt. Das Zündhölzchen fängt bei der Berührung mit der Luft ohne Reiben Feuer. Dieſe Feuerzeuge ziehen auch aus der Luft keine Feuchtigkeit an und erhalten ihre guten Eigenſchaften immer bei. Ihre Verfertigungsart wird geheim gehalten; doch kann man ſie ziemlich leicht nachmachen. Dieſe Feuerzeuge müſſen Phosphoroxyd und alſo auch Phosphorſäure enthalten; damit dieſe letztere keine Feuchtigkeit aus der Luft anziehe, muß man ſie mit einer erdigen Baſis, z. B. Kalk oder Magneſia verbinden. Wie es ſcheint, wendet man vorzugsweiſe Letztere an. Man bereitet das Feuerzeug ganz wie die zweite ſchon beſchriebene Sorte, thut dann etwas gebrannte Magneſia hinzu und rührt gut um, bis der Phosphor erſtarrt iſt. Man erhält ſo fein zertheilten Phosphor mit Oxyd gemengt; die Phosphorſäure, welche ſich erzeugt hat oder ſich in der Folge erſt bildet, giebt mit der Magneſia ein baſiſch phosphorſaures Salz, welches die Feuchtigkeit aus der Luft nicht anzieht. Man behauptet allgemein, daß durch dieſes Verfahren, wodurch man zwar recht gute Feuerzeuge erhält, doch die weiter oben unter dem angeführten Namen bezeichneten nicht von völlig ſo guter Beſchaffenheit bereitet werden können und die Magneſia-Feuerzeuge eigentlich nur eine Nachahmung derſelben ſind.

Im Handel wendet man gewöhnlich kleine bleierne Fläſchchen ſtatt der gläſernen an; bei dieſen aber löthet ſich der Stöpſel, der ebenfalls von Blei iſt, nach einiger Zeit ſo feſt an, das man das Feuerzeug gar nicht mehr gebrauchen kann. Es würde angemeſſener ſeyn, dieſe Bleiſtöpſel durch einfache Korkpfropfe, die man mit heißem Wachs getränkt hat, zu erſetzen, um ſie auch für Luft und Feuchtigkeit weniger durchdringlich zu machen.

Phosphorwaſſerſtoff im Minimum.

(Synonyme. Waſſerſtoffphosphorhaltiges Gas. Davy's Phosphorwaſſerſtoffgas. Franz. **Hydrogène protophosphoré.**)

235. Eigenſchaften. Dieſer Stoff iſt gasförmig, farblos, hat einen ſtarken Knoblauchgeruch, iſt wenig auflös-

lich in Waſſer, das nach Davy ⅛ ſeines Volums davon auflöſt, und wirkt nicht auf die Pflanzenfarben. Seine Dichtigkeit iſt = 1,214. Es läßt ſich unverändert aufbewahren, wenn man es vor der Berührung mit lufthaltigem Waſſer ſchützt. Es läßt ſich bei gewöhnlichem Luftdruck mit der Luft oder ſelbſt mit Sauerſtoff vermengen, ohne ſich zu entzünden; macht man aber das Gemenge unter einem ſchwächern Luftdruck, ſo findet eine Detonation ſtatt. Die Produkte der Verbrennung ſind manchfaltig; iſt der Sauerſtoff in Überfluß vorhanden, ſo bildet ſich Waſſer und Phosphorſäure; iſt dagegen das Phosphorwaſſerſtoffgas vorwaltend, ſo bildet ſich Waſſer und phosphorichte Säure, auch ſelbſt phosphorichte Säure und freies Waſſerſtoffgas. Man bewirkt gewöhnlich dieſe Verbrennung, indem man die Temperatur des Gemenges erhöht, oder indem man einen elektriſchen Funken durchſchlagen läßt.

Durch Chlor wird es ſchnell zerſtört; es findet hierbei eine lebhafte Verbrennung und Bildung von Chlorwaſſerſtoffſäure und Chlorphosphor ſtatt, wenn man dieſes Phosphorwaſſerſtoffgas in das Chlor bringt; im umgekehrten Fall entſteht Chlorwaſſerſtoffſäure, Chlorphosphor und freier Phosphor. Auch durch Brom muß dieſes Gas in der Kälte zerſetzt werden; Jod und Schwefel greifen es bloß unter Mitwirkung von Wärme an. Es bilden ſich dabei immer Waſſerſtoffſäuren und der Phosphor wird frei oder verbindet ſich mit dem Überſchuß des angewendeten Körpers.

Die Jodwaſſerſtoffſäure verbindet ſich mit dem Phosphorwaſſerſtoffgas augenblicklich. Die Verbindung beſteht dann aus gleichen Raumtheilen beider Gasarten; ſie iſt feſt, weiß, flüchtig, in Würfeln kryſtalliſirt und wird ſehr leicht zerſtört, ſowohl durch Waſſer als auch durch ſtarke Baſen oder durch die waſſerhaltigen Säuren. In allen Fällen wird das Phosphorwaſſerſtoffgas frei, die Jodwaſſerſtoffſäure bleibt im Waſſer aufgelöſt oder mit den Baſen verbunden; hat man aber eine ſchwache Säure angewendet, ſo löſt ſich jene Verbindung bloß in dem Waſſer auf, welches dieſe Säure enthielt.

Nicht alle Säuren wirken jedoch auf gleiche Weiſe. Die Schwefelſäure kann ſich wirklich mit dem waſſerſtoffphosphorhaltigen Gas verbinden und löſt es mit bemerkenswerther Schnelligkeit auf. Dieſe kurz dauernde Verbindung wird jedoch bald verändert, ſchon bei der gewöhnlichen Temperatur. Es entwickelt ſich ſchweflichte Säure und Phosphor ſetzt ſich ab; auch das Waſſer zerſtört ſie; dabei entweicht das Gas und entzündet ſich zuweilen, vermöge der hohen Temperatur, welche die Säure, indem ſie ſich mit dem Waſſer verbindet, plötzlich erzeugt. Es iſt daher wahrſcheinlich, daß dieſe Säure das jodwaſſerſtoffſaure Phosphorwaſſerſtoffgas dergeſtalt zerſetzt, daß die Jodwaſſerſtoffſäure frei wird und ſich das Phosphorwaſſerſtoffgas mit der Schwefelſäure verbindet.

Dieſe Reſultate beweiſen, daß das waſſerſtoffphosphorhaltige Gas bei ſtarken Säuren die Rolle einer Baſis ſpielt.

Die meiſten Metalle bemächtigen ſich unter Einfluß der Wärme des Phosphors vom Phosphorwaſſerſtoffgas, machen das Waſſerſtoffgas frei und gehen in Phosphormetalle über.

236. Bereitung. Man erhält dieſes Gas, wenn man die konzentrirte Unterphosphorſäure in einer kleinen Retorte einer gelinden Hitze ausſetzt. Es entwickelt ſich dann waſſerſtoffphosphorhaltiges Gas und Phosphorſäure bleibt zurück.

Wir werden weiter unten ſehen, daß die Unterphosphorſäure als eine Verbindung der Phosphorſäure mit phosphorichter Säure betrachtet werden kann. In dieſem Fall würde nur die letztere wirken, weswegen wir auch nur ſie in Betracht ziehen. Folgendes iſt der genaue Ausdruck dieſer Wechſelwirkung:

Angewendete Atome.

4 At. phosphorichte Säure	=	2769,20
6 At. Waſſer	=	337,46
		3106,66

Erzeugte Atome.

3 At. Phosphorſäure	=	2676,90
4 At. Phosphorwaſſerſtoffgas i. Min.	=	429,76
		3106,66

Man ſieht hieraus, daß das Waſſer nothwendiger Weiſe zerſetzt wird und während ſich ſein Sauerſtoff mit einem Theil

der phosphorichten Säure verbindet, ſo entzieht ſein Waſſerſtoff einem andern Theil den Phosphor und der nun frei gewordene Sauerſtoff tritt nun gleichfalls an den erſtern Theil der Säure.

237. Zuſammenſetzung. Um ſie genau zu beſtimmen, muß man das freie Waſſerſtoffgas, welches ſich bisweilen in dem auf eben angeführte Weiſe bereiteten Gas vorfindet, in Anſchlag bringen. Hiezu bedient man ſich des ſchwefelſauren Kupfers, welches das Phosphorwaſſerſtoffgas abſorbirt und nicht auf das freie Waſſerſtoffgas wirkt. Dann behandelt man das Gas mit Chlorqueckſilber oder auch mit metalliſchem Kupfer unter Mitwirkung der Wärme und beſtimmt dadurch den Antheil Waſſerſtoffgas, den es enthält. Im erſten Fall bildet dieſes Chlorwaſſerſtoffſäure; im zweiten wird es frei. Man macht das Experiment unter einer gebogenen engen Glasglocke; das Phosphorwaſſerſtoffgas wird allein zerſetzt und man ſieht dann, daß ein Volumen drei Volumtheile Chlorwaſſerſtoffſäure oder ein und ein halbes Volumen Waſſerſtoffgas giebt. Läßt man dieſes Gas mit einem Überſchuß von Sauerſtoffgas detoniren, ſo findet man außerdem, daß es hiervon ſein doppeltes Volumen verlangt. Wenn vier Volumtheile waſſerſtoffphosphorhaltiges Gas acht Volumtheile Sauerſtoffgas abſorbiren, ſo wurden drei davon vom Waſſerſtoffgas, fünf vom Phosphor verbraucht. Weiter unten werden wir ſehen, daß fünf Maaß Sauerſtoff zwei Maaß Phosphor erheiſchen, um Phosphorſäure zu bilden. Man findet alſo:

1 At. Phosphor	= 196,15 oder	91,28
3 At Waſſerſtoff	= 18,73	8,72
2 At. Phosphorwaſſerſtoffgas im Min.	= 214,88	100,00

Phosphorwaſſerſtoffgas im Maximum.

(Synonyme. Leicht entzündliches Phosphorwaſſerſtoffgas, Phosphorluft, phosphorhaltiges Waſſerſtoffgas. Franz. Gaz hydrogène perphosphoré.)

Eigenſchaften. Dieſe Verbindung unterſcheidet ſich wenig von der vorigen; ſie iſt ebenfalls gasförmig, farb-

los, wenig auflöslich im Waſſer, ohne Wirkung auf die Farben. Ihre Dichtigkeit iſt 1,751; ſie wird eben ſo durch Chlor, Jod, Brom und Schwefel verändert. Sie verbindet ſich auch mit Jodwaſſerſtoffgas; die Verbindung gleicht dem vorigen, enthält aber nur ein halbes Volumen leicht entzündliches Phosphorwaſſerſtoffgas auf ein Volumen Gas der Säure; ſie wird unter denſelben Umſtänden, wie die vorige, zerſtört, allein es ſetzt ſich beſtändig Phosphor daraus ab und waſſerſtoffphosphorhaltiges Gas entweicht. Eine ähnliche Wirkung bringt die konzentrirte Schwefelſäure hervor; das Gas wird wahrſcheinlich abſorbirt, indem es ſich in waſſerſtoffphosphorhaltiges Gas verwandelt, denn es ſetzt ſich auf der Stelle Phosphor ab. Auch die Metalle wirken auf dieſelbe Weiſe darauf.

Der merkwürdigſte Unterſchied beſteht in der Art, wie die atmosphäriſche Luft und der Sauerſtoff auf daſſelbe einwirkt. Während man das waſſerſtoffphosphorhaltige Gas mit dieſen beiden Gasarten unter dem gewöhnlichen Luftdruck mengen kann, bildet ſich dagegen bei Anwendung des leicht entzündlichen Phosphorwaſſerſtoffgaſes ſogleich Waſſer und phosphorichte Säure. Die Entzündung iſt lebhaft und zeigt ſich immer, wenn man das Gas nicht vorher mit neun oder zehn Raumtheilen Waſſerſtoffgas gemengt hat; in dieſem Fall entzündet es ſich nur unter Mitwirkung der Wärme.

Läßt man das leicht entzündliche Phosphorwaſſerſtoffgas Blaſe für Blaſe in die Luft treten, ſo entzündet ſich jede derſelben plötzlich und es erzeugt ſich dabei Waſſer und phosphorichte Säure, welche ſich in Form von weißen Dämpfen in die atmosphäriſche Luft erheben. Dieſe Dämpfe nehmen faſt immer Kronen- oder Ringform an, welche ſich in dem Maaße, als ſie in der Luft aufſteigen, erweitert und zuletzt verſchwindet. Dieſe Erſcheinung zeigt ſich beim Rauche des Geſchützes und in vielen andern Fällen, es iſt aber ſchwer dieſe Erſcheinung bei einer andern Verbrennung als der des leicht entzündlichen Phosphorwaſſerſtoffgaſes auf eine ſich ſo gleich bleibende und merkwürdige Weiſe auszuführen.

Läßt man das Gas, ſtatt in die Luft, in Sauerſtoffgas treten, ſo entſteht eine ſo lebhafte Verbrennung, daß das

Auge den Glanz gar nicht ertragen kann. Nichts deſtoweniger ſetzt ſich immer Phosphor dabei ab.

Das leicht entzündliche Phosphorwaſſerſtoffgas läßt ſich ſelten einige Tage lang aufbewahren; oft wird es ſchon nach wenig Stunden zerſtört. Es zerſetzt ſich ſchon weit unter der Rothglühhitze; bei 0°, ja ſelbſt weit leichter noch bei einer niedrigern Temperatur wird es zerſtört. Eine Anzahl electriſcher Funken zerſtört es ebenfalls. In allen Fällen ſetzt ſich Phosphor ab und das Gas geht in waſſerſtoffphosphorhaltiges Gas über.

239. **Bereitung.** Man erhält es, indem man einige Gramm Waſſer in ein mit Queckſilber angefülltes und in der Queckſilber Wanne umgeſtürztes Cylinderglas (Taf. 1. Fig. 15.) thut und in dieſes gepulvertes und in ein Stück Löſchpapier gewickeltes Phosphorkalcium oder Phosphorbaryum bringt. Anfangs iſt die Reaktion ſehr raſch; ſie endigt ſich aber erſt nach einigen Stunden. Es entwickelt ſich leichtentzündliches Phosphorwaſſerſtoffgas und Waſſerſtoffgas; im Waſſer bleibt dann unterphosphorichtſaurer Baryt oder Kalk zurück. —

Man erhält es auch, wenn man den Phosphor in der Wärme mit einer ſtarken in Waſſer aufgelöſten oder damit angerührten Salzbaſe in Berührung bringt; hiezu zieht man das Kali oder den Kalk den übrigen vor. Man bringt eine Kaliauflöſung in eine kleine Retorte, fügt einige Stückchen Phosphor hinzu, paßt eine gekrümmte Röhre an die Retorte und erhitzt nun langſam. Das Gas entwickelt ſich bald; ſobald es in den leeren Raum der Retorte tritt, fängt es an zu brennen, bis der Sauerſtoff ganz oder doch größtentheils abſorbirt iſt. Dieſe Verbrennung hört bald auf und das zurückbleibende Stickgas wird ausgetrieben; ſobald ſich das Gas am Ende der Röhre entzündet, kann man dieſe unter Waſſer oder Queckſilber bringen und das Gas auffangen. Wenn man die Röhre früher eintauchen würde, ſo könnte das Waſſer oder Queckſilber, wegen des leeren Raums, der durch das Verſchwinden des Sauerſtoffgaſes entſteht, in den Apparat treten.

Will man Kalk anwenden, ſo muß man ihn zum dicken Brei anrühren und daraus Kugeln formen, in deren Mittelpunkt man ein kleines Stückchen Phosphor legt; dieſe Kugeln bringt man in eine Phiole, (Taf. 1. Fig. 14.) welche man zu drei Vierteln mit gelöſchtem, gut mit Waſſer geſättigten Kalk anfüllt. Man befeſtigt eine krumme Röhre an die Phiole (Taf 4. Fig. 13.) und erhitzt dieſe gelind; brennt das Gas am Ende der Röhre, ſo bringt man den Apparat ebenfalls unter Waſſer und fängt das Gas auf.

In den beiden letztern Fällen erhält man ebenfalls leichtentzündliches Phosphorwaſſerſtoffgas, Waſſerſtoffgas und unterphosphorichtſaure Salze. Würde man die Erwärmung zu lange fortſetzen, ſo würden die unterphosphorichtſauren Salze wieder zerſtört werden, es würde ſich viel Waſſerſtoffgas und etwas waſſerſtoffphosphorhaltiges Gas bilden; am Ende der Operation wird auch die Entwicklung des Gaſes, die ſchon faſt aufzuhören ſchien, plötzlich wieder ſehr lebhaft, beſonders wenn man ſich des Kalks bedient. Man erhält große Quantitäten des Gaſes, aber es iſt nicht mehr von ſelbſt entzündlich. Bei der Betrachtung der Oxyde und unterphosphorichtſauren Salze werden wir auf die eigentliche Theorie dieſer Erſcheinungen wieder zurückkommen.

240. Zuſammenſetzung. Dieſes Gas wird auf dieſelbe Weiſe analyſirt, wie das vorhergehende; es enthält:

3 At. Phosphor	= 588,45	oder	94,02
6 At. Waſſerſtoff	= 37,46		5,98
4 At. Phosphorwaſſerſtoffgas in Max.	= 625,91		100,00

241. Natürliches Vorkommen und Benutzung. Die beiden im Vorhergehenden betrachteten Gasarten werden nicht benützt. Sie kommen, wie man glaubt, in der Natur vor und ſollen Urſache der Irrlichter ſeyn, welche man auf Sümpfen und feuchten Kirchhöfen beobachtet. Das im Innern der Erde gebildete Gas entweicht durch die Spalten derſelben und entzündet ſich in der atmosphäriſchen Luft. In Ermangelung genauer Beobachtungen, kann ich eine Thatſache anführen, welche mit dieſer Annahme ganz übereinſtimmt. Das Muſeum in Genf hatte eine große Quantität unreinen Weingeiſt, der zur Aufbewahrung von Thieren,

und, ſo viel ich mich erinnere, vorzugsweiſe zur Aufbewahrung von Fiſchen gedient hatte. Ein geſchickter Apotheker, Leroyer, übernahm es, ihn wieder zu reinigen. Man deſtillirte ihn über Chlorcalcium, mit ungelöſchtem Kalk gemengt und dampfte dann den Rückſtand an der freien Luft ab, um das angewendete Chlorid wieder zu erhalten. Zu Anfange der Verdampfung zeigte ſich nichts Beſonderes; ſobald aber das Chlorcalcium eine Syrupkonſiſtenz angenommen hatte, entwickelten ſich Gasſtröme, die ſich an der Luft entzündeten und alle Eigenſchaften des leichtentzündlichen Phosphorwaſſerſtoffgaſes beſaßen. Dieſe Gasentwicklung dauerte mehrere Stunden und hörte erſt auf, als die Maſſe ſchon faſt ganz trocken war. Man kann ſie blos aus der Zerſetzung eines im Weingeiſt aufgelöſten animaliſchen Stoff's, durch den Kalk oder das angewendete Feuer erklären. Es iſt übrigens bekannt, daß die Hirnſubſtanz Phosphor in einem eigenthümlichen Zuſtand und in nicht unbedeutender Menge enthält. Die Leichname auf Kirchhöfen und die todten thieriſchen Körper an ſumpfigen Orten können wahrſcheinlich Einwirkungen erleiden, die die Entſtehung von leicht entzündlichem Phosphorwaſſerſtoffgas begünſtigen, ſo daß hierdurch die Erſcheinung der Irrlichter auf eine leichte und ungezwungene Weiſe erklärt werden kann.

Phosphoroxyd.

(Synonym. Lat. Oxydum phosphori. Franz. Oxide de phosphore.)

242. Der Phosphor verbindet ſich in mehrern Verhältniſſen mit dem Sauerſtoff. Er bildet vier von einander wohl zu unterſcheidende ſaure Verbindungen, welche leicht zu bereiten ſind, deren Zuſammenſetzung aber keine natürliche Reihe bildet. Überdieß bildet er noch andre Verbindungen, welche man als Phosphoroxyde beſchrieben hat, welche aber bei weitem noch nicht genau genug bekannt ſind, um mit Beſtimmtheit etwas über ſie ſagen zu können. So oft bei Operationen mit Phosphor pulverige Rückſtände bleiben, die das Vermögen beſitzen, ſich in der Wärme zu entzünden, indem ſie dieſelben, obwohl minder leicht ſchmelzbare Produkte,

wie der Phoſphor liefern, welche ſich von ſelbſt entzünden können, betrachtet man ſie vorzüglich aus Phoſphoroxyd gebildet. Der ſehr reine und friſchdeſtillirte Phoſphor liefert wenig oder gar kein Oxyd; letzteres zeigt ſich nur unter folgenden Umſtänden:

Wenn man Phoſphorſtücke unter Waſſer in einer ſchlecht verſchloſſenen Flaſche, bei zerſtreutem Licht ſich ſelbſt überläßt, ſo bedecken ſie ſich mit einer weißen, pulverigen, mehr oder weniger dicken Kruſte; dieſe beſteht aus Phoſphoroxyd-Hydrat. Deſtillirt man ferner ſo veränderten Phoſphor, ſo bleibt ein orangerothes Pulver zurück, das man als waſſerfreies Phoſphoroxyd anſieht. Daſſelbe zeigt ſich auch, wenn man Phoſphor, der mit weißem Oxyd überzogen iſt, im Sauerſtoffgas oder in der atmoſphäriſchen Luft verbrennt. Dieſe beiden Produkte ſind weniger brennbar und flüchtig als Phoſphor. Doch weiß man, daß der mit Oxyd gemengte Phoſphor leichter entzündlich iſt, als der reine, was keine widerſprechende Erſcheinung iſt.

Einige Chemiker betrachten das rothe und weiße Produkt als zwei verſchiedene Oxyde; aber iſt es überhaupt nur gewiß, daß es Oxyde ſind? noch bedarf dieſer Gegenſtand einer neuen Unterſuchung. Den mit Oxyd verunreinigten Phoſphor reinigt man entweder durch Schmelzen und Auspreſſen durch ſämiſch Leder, oder durch Kochen mit etwas ſchwacher Salpeterſäure, welche das Oxyd auf der Stelle ſäuert.

Phoſphorſäure.

(Synonyme. Knochenſäure. Lat. Acidum phosphoricum. Franz. Acide phosphorique.)

243. Wir kennen die Phoſphorſäure wie die Schwefelſäure in zwei verſchiedenen Zuſtänden waſſerfrei und als Hydrat. Sie theilt mit dieſer auch die Eigenſchaft, das Waſſer ſo ſtark feſt zu halten, daß ſie, einmal mit demſelben verbunden, es in der Wärme nicht fahren läßt.

Waſſerfreie Phosphorſäure.

244. Zuſammenſetzung. Die Phosphorſäure iſt zuſammengeſetzt aus

2 At. Phosphor	=	392,3	oder	43,97
5 At. Sauerſtoff	=	500,0		56,03
1 At. Säure	=	892,3		100,00

245. Bereitung. Man kann ſie nur durch lebhafte Verbrennung des Phosphor's in trocknem Sauerſtoffgas oder trockner atmosphäriſcher Luft erhalten. Man ſtellt eine mit ungelöſchtem Kalk gefüllte Untertaſſe auf das Queckſilber und deckt eine große mit Luft gefüllte Glasglocke darüber. Nach einigen Stunden iſt dieſe trocken; dann ſtellt man auf eine andre recht trockene Untertaſſe eine Kapelle aus Knochenaſche, welche ebenfalls recht trocken ſeyn muß; in dieſe bringt man zwei oder drei ſorgfältig abgetrocknete Stücke Phosphor, zündet dieſe an und deckt die mit trockner Luft gefüllte Glasglocke darüber. Die Verbrennung des Phosphor's erzeugt Phosphorſäure, welche ſich in der Glocke in Form weißer dicker Dämpfe verbreitet; ſie verdichtet ſich bald und ſtellt dann ſchneeige Flocken dar. Sobald es in der Glocke am Sauerſtoffgas zu fehlen anfängt, kann man mittelſt eines Hebers, welcher einige Stücken Chlorcalcium oder ungelöſchten Kalk enthält, etwas trockne Luft hineinbringen. Iſt die Verbrennung beendigt und haben ſich die Dämpfe niedergeſchlagen, ſo nimmt man die Glocke und Kapelle weg und wirft letztere ins Waſſer, um die Verbrennung des Phosphors, den ſie noch enthalten kann, zu verhindern. Man ſammelt nun die Phosphorſäure, welche ſich wie ein Spinnengewebe auf der Schale, dem Queckſilber und den innern Wänden der Glocke abgeſetzt hat. Kaum iſt ſie mit der Luft in Berührung gekommen, ſo hat ſie ſchon Feuchtigkeit abſorbirt; es iſt alſo faſt unmöglich ſie waſſerfrei aufzubewahren und ihre Eigenſchaften kennen zu lernen.

246. Eigenſchaften. Wir wir geſehen haben, iſt ſie ſtarr, weiß, pulverig, ſchwerer als Waſſer, ſehr ſauer, ſehr auflöslich im Waſſer, wahrſcheinlich ſchmelzbar und flüchtig bei einer hohen Temperatur.

Ins Waſſer geworfen, verbindet ſie ſich damit und löſt ſich darin mit einer ſo lebhaften Wärmeentwicklung auf, daß dabei ein Ziſchen entſteht, wie wenn man ein glühendes Eiſen in Waſſer taucht. Dampft man dieſe Flüſſigkeit wieder ab, ſo hinterläßt ſie waſſerhaltige Phosphorſäure als Rückſtand.

Waſſerhaltige Phosphorſäure.

247. Eigenſchaften. Sie iſt ſtarr, farb- und geruchlos, ſchmeckt ſehr ſauer und ſelbſt ätzend; ſie röthet das Lackmuspapier ſtark und iſt ſchwerer als Waſſer. Sie wird weit unter der Rothglühhitze weich, und bleibt dann, wenn ſie einmal geſchmolzen iſt, bei dieſem Wärmegrad im Fluß; beim Erkalten erſtarrt ſie und bildet ein durchſichtiges Glas. In der Rothglühhitze und darüber verflüchtigt ſie ſich. Man bedient ſich eines Platintingels, um ſie zu ſchmelzen, da ſie im Fluß Glas und irdene Gefäße angreift und ſchnell durchlöchert; ſie wirkt ſogar auf Silber bei der Berührung der Luft, indem dieſes Metall den Sauerſtoff derſelben abſorbirt und eine phosphorſaure Verbindung eingeht.

Die Phosphorſäure greift Platin nicht an, wenn es nicht mit Kohle oder kohlenhaltigem Gas in Berührung kommt. In dieſem Fall würde ſich ſogleich ein ſchmelzbares Phosphorplatin bilden und der Tiegel würde durchlöchert werden.

Sie wirkt weder auf den Sauerſtoff, noch auf die atmosphäriſche Luft; allein ſie bemächtigt ſich ſchnell, ſowohl bei gewöhnlicher als auch bei niedrigerer Temperatur des Waſſers, das dieſe Gaſe enthalten.

248. Bereitung. Man erhält ſie, indem man Chlorphosphor im Maximum mit Waſſer behandelt, oder indem man den Phosphor mit Salpeterſäure verbrennt, oder durch Zerſetzung des phosphorſauren Ammoniak's in der Hitze, durch Zerſetzung des phosphorſauren Baryt's mit Schwefelſäure, oder endlich wenn man phosphorſaures Blei durch Schwefelwaſſerſtoffſäure zerſetzt.

249. Das erſte Verfahren iſt ſehr einfach. Man wirft den Chlorphosphor im Maximum portionenweiſe ins Waſſer und ſchüttelt die Flüſſigkeit, um die Vermengung zu erleich-

tern. Der Chlorphosphor verſchwindet und das Waſſer wird ſtark ſauer. Es erzeugt ſich Chlorwaſſerſtoffſäure und Phosphorſäure durch die Zerſetzung des Waſſers. Wenn man die Flüſſigkeit abdampft, ſo geht das überſchüſſige Waſſer und und die Chlorwaſſerſtoffſäure fort und reine Phosphorſäure bleibt zurück. Die Operation geſchieht in einer Retorte, bis die Säure eine Syrupkonſiſtenz erlangt hat; da ſie aber jetzt das Glas angreifen würde, ſo muß man ſie in einem Platintiegel bringen, der wiederum in einen irdenen geſetzt wird. Man erhitzt nun nach und nach bis zum ſchwachen Rothglühen und gießt die Säure aus, welche zu einer glaſigen Maſſe erſtarrt. Sie muß hierauf noch warm in eine trockne mit gut eingeriebenem Glasſtöpſel verſehene Flaſche gebracht und darin aufbewahrt werden.

250. Das zweite Verfahren iſt weniger leicht ausführbar, wegen der vielen Gasarten, die ſich während der Reaction entwickeln. Man bringt in eine Retorte von Glas 30 Grammen Phosphor, fügt 200 Gramm Salpeterſäure von 20° des Beaumé'ſchen Areometers hinzu und ſtellt die Retorte auf einen Ofen, nachdem man einen tubulirten Ballon, der in eine gerade oder gebogene Röhre auslauft, damit in Verbindung gebracht hat; einige unter die Retorte gebrachten Kohlen reichen hin, um die Reaction hervorzubringen. Die Salpeterſäure zerſetzt ſich, giebt entweder theilweiſe oder ganz ihren Sauerſtoff an den Phosphor ab, es bildet ſich Phosphorſäure, welche in der Retorte zurück bleibt und Stickſtoffoxyd oder Stickſtoff, welche gasförmig entweichen. Die Erzeugung dieſer Gasartenge ſchieht zuweilen ſo ungeſtüm, daß man, wenn die Operation im Gange iſt, ſehr aufmerkſam ſeyn muß, um Unfälle zu verhüten. Das Aufbrauſen der Flüſſigkeit kann dazu dienen, um das Feuer zu dirigiren; iſt es zu ſchwach, ſo erhöht man die Temperatur; im entgegengeſetzten Fall nimmt man das Feuer weg. Da die vorgeſchriebene Säuremenge zur vollſtändigen Verbrennung des Phorphors gewöhnlich nicht hinreicht, ſo bringt man die überdeſtillirte Flüſſigkeit nach vollendeter Deſtillation von Neuem in die Retorte, da ſie noch viele nicht zerſetzte Säure enthält. Iſt aller Phosphor aufgelöſt oder geſäuert, ſo ſetzt

man die Deſtillation fort, bis die Flüſſigkeit anfängt eine Syrupkonſiſtenz zu gewinnen, wo man ſie dann in einen Platintiegel gießt, um die Abdampfung darin zu beendigen.

251. Das dritte Verfahren iſt von allen das gebräuchlichſte. Man pulveriſirt das phosphorſaure Ammoniak und erhitzt es in einem Platintiegel nach und nach bis zum Glühen; das Ammoniak zerſetzt ſich oder entweicht in Gasgeſtalt und die wäſſerige Säure bleibt in ihrer gewöhnlichen Form zurück. Das Waſſer kommt vom phosphorſauren Salz, welches man nicht waſſerfrei erhalten kann. Nach Dulong hält die ſo bereitete Säure etwas Ammoniak zurück, ſelbſt nachdem ſie lange Zeit der Wirkung des Feuers ausgeſetzt war. Man braucht nur den Rückſtand mit etwas Salpeterſäure zu wiederholten Malen zu benetzen und jedesmal die Temperatur bis zum Glühen zu erhöhen, ſo geht die Zerſetzung vollſtändig vor ſich. Die reine Säure, ſobald ſie in etwas Waſſer aufgelöſt und mit Ätzkaliſtückchen gemengt wird, verbindet ſich mit dem Kali, ohne ammoniakaliſchen Geruch zu verbreiten.

252. Das vierte Verfahren iſt ſicherer. Man verſchafft ſich phosphorſauren Baryt durch doppelte Zerſetzung, löſt ihn noch feucht in Salpeterſäure auf, verdünnt dieſe Auflöſung mit Waſſer und ſetzt genau die zur Präzipitation des Baryt's nothwendige Quantität Schwefelſäure hinzu. So hat man unauflöslichen ſchwefelſauren Baryt, welchen man durch Filtriren entfernen kann und die Flüſſigkeit enthält dann nur Salpeterſäure und Phosphorſäure, deren Scheidung man durch einfache Deſtillation bewerkſtelligt.

253. Das fünfte, wenig gebräuchliche Verfahren beſteht darin, daß man das phosphorſaure Blei, welches man durch doppelte Zerſetzung erhalten und mit Waſſer gemengt hat, mit einem lange anhaltenden Strom von Schwefelwaſſerſtoffſäure behandelt. Es bildet ſich unauflösliches Schwefelblei, Waſſer und Phosphorſäure wird frei. Durch Filtriren und Abdampfen erhält man dieſe letztere im geſonderten Zuſtand.

Es iſt klar, daß die drei letzten Verfahrungsarten die wohlfeilſten ſind, weil es nicht nothwendig iſt, Phosphor da-

zu anzuwenden und alle phosphorſauren Salze auf billigem Wege aus gebrannten Knochen erhalten werden können.

254. Benutzung. Im reinen Zuſtande wird dieſe Säure nicht benutzt; aber ihre Verbindungen finden einige nützliche Anwendungen. Das phosphorſaure Natron wird in der Medizin als Purgirmittel gebraucht *); des phosphorſauren Kalks bedient man ſich zur Verfertigung von Probir-Kapellen; in den Glasfabriken gebraucht man ihn auch zur Bereitung des Milchglaſes. Das phosphorſaure Blei findet ſich in der Natur und man gewinnt in einigen Bergwerken daraus das Blei. Das phosphorſaure Kobalt dient zur Bereitung der ſchönen blauen Farbe, welche unter dem Namen Thenard's Blau bekannt iſt. Phosphorſaures Eiſen endlich und phosphorſaures Mangan finden ſich ziemlich oft in der Natur und begleiten verſchiedene Eiſenminern, bei deren Zugutemachung ſie ſehr nachtheilig einwirken und dem daraus gewonnenen Eiſen ſchädliche Eigenſchaften mittheilen.

Phosphorichte Säure.

(Synonyme. Lat. Acidum phosphorosum. Franz. Acide phosphoreux.)

255. Eigenſchaften. Man kennt ſie nur im waſſerhaltigen Zuſtand; ſie iſt weiß, ſehr ſauer, geruchlos und kryſtalliſirt in unregelmäßig gruppirten Nadeln. Durch die Wärme verwandelt ſie ſich in waſſerſtoffphosphorhaltiges Gas, welches entweicht und in Phosphorſäure, welche in Syrupkonſiſtenz zurückbleibt; man ſieht hieraus, daß das Waſſer zerſetzt worden iſt, und daß ſein Sauerſtoff und Waſſerſtoff auf gleiche Weiſe beitragen, die phosphorichte Säure in Phosphorſäure zu verwandeln (236).

256. Zuſammenſetzung. Dieſe iſt ſehr einfach, denn die phosphorichte Säure beſteht aus:

2 At. Phosphor	=	392,30	oder auch	56,67
3 At. Sauerſtoff	=	300,00		43,33
1 At. Säure	=	692,30		100,0

*) Das Doppelſalz von phosphorſaurem Natrum und Ammoniak wird bei Löthrohrverſuchen als Flußmittel ſehr häufig angewendet. A. u. E.

Sie kann aus der Zuſammenſetzung des Chlorphosphors im Minimum (269) abgeleitet werden, ſo wie man die der Phosphorſäure aus der des Chlorphosphors im Maximum herleiten kann (267). —

257. Bereitung. Man kann ſich dieſe Säure nur durch Einwirkung des Waſſers auf den Chlorphosphor im Minimum verſchaffen: das Waſſer wird durch dieſe Chlorverbindung zerſetzt; ſein Waſſerſtoff verbindet ſich mit dem Chlor und ſein Sauerſtoff mit dem Phosphor, wodurch Chlorwaſſerſtoffſäure und phosphorichte Säure gebildet werden. Wird dieſes Gemiſch gehörig abgedampft, ſo entweicht das überſchüſſige Waſſer, ſo wie die Chlorwaſſerſtoffſäure, während die phosphorichte Säure in der Retorte zurück bleibt und darin beim Erkalten kryſtalliſirt. —

Unterphosphorſäure.

(Synonyme. Phosphatiſche Säure. Lat. Acidum hypophosphoricum. Franz. Acide hypophosphorique ou phosphatique.)

258. Die Unterphosphorſäure wird nicht benützt; ihre Exiſtenz als eine eigenthümliche Säure iſt ſelbſt zweifelhaft, denn ſie verhält ſich überall als eine Verbindung von Phosphorſäure und phosphorichter Säure. Was ſie Merkwürdiges darbietet, iſt, daß ſie ſtets nur durch die langſame Verbrennung des Phosphor's gebildet wird. Einige Zeit lang verwechſelte man ſie mit der Phosphorſäure ſelbſt; aber Lavoiſier und ſpäter Thenard und Dulong unterſuchten ihre Zuſammenſetzung auf eine Weiſe, daß kein Zweifel mehr über ihren Sauerſtoffgehalt bleiben konnte. Dulong fand auſſerdem noch, daß die Unterphosphorſäure zerſtört wird, ſobald man ſie mit Baſen verbindet, und daß ſie ſo die Bildung phosphorſaurer und phosphorichtſaurer Salze veranlaßt.

Man kann die Zuſammenſetzung der Unterphosphorſäure ausmitteln, wenn man entweder die Menge Sauerſtoff beſtimmt, welche ein bekannter Gewichtstheil Phosphor in der Kälte abſorbirt, wie es Thenard that, oder indem man die Menge Chlor beſtimmt, welche nothwendig iſt, um Unterphos-

phorſäure in Phosphorſäure zu verwandeln, wie es Dulong that. Sie beſteht aus:

6 At. Phosphor	=	1176 oder	44,33
13 At. Sauerſtoff	=	1300	55,67
		2476	100

Auch kann man die Zuſammenſetzung auf folgende Weiſe feſtſtellen:

4 At. Phosphor + 10 Sauerſtoff = 2 At. Phosphorſäure
2 At. Phosphor + 3 Sauerſt. = 1 At. phosphorichter Säure.

Letztere Annahme widerſpricht viel weniger den bis jetzt bekannten chemiſchen Verbindungsgeſetzen, als die ſonderbare Zuſammenſetzung, welche die Analyſe giebt, wenn man die Unterphosphorſäure als einfache Säure betrachtet. Alle ihre Eigenſchaften laſſen ſich übrigens leicht erklären, wenn man annimmt, daß ſie aus 2 Atomen Phosphorſäure und 1 Atom phosphorichter Säure gebildet wird.

260. Die Unterphosphorſäure iſt immer tropfbar flüſſig, dichter als Waſſer, klebrig, farblos, ſehr ſauer und beſitzt einen ſchwachen Knoblauchgeruch; man konnte ſie bis jetzt weder in feſtem Zuſtande, noch waſſerfrei darſtellen.

Im konzentrirten Zuſtand der Einwirkung des Feuers ausgeſetzt, zerſetzt ſie ſich ſchnell und bildet ſyrupdicke Phosphorſäure, welche im Gefäß zurück bleibt und Phosphorwaſſerſtoffgas im Minimum wird frei. Sie verhält ſich in dieſem Fall wie phosphorichte Säure, nur liefert ſie mehr Phosphorſäure und weniger Phosphorwaſſerſtoffgas im Minimum.

261. Man verſchafft ſich die Unterphosphorſäure durch ein zwar viele Zeit erforderndes, übrigens aber ſehr einfaches Verfahren. Man nimmt Glasröhren, welche am einen Ende an der Lampe dünn ausgezogen wurden; in jede derſelben bringt man ein Stück Phosphor, das etwas kürzer als die Röhre ſelbſt iſt; ſolche Röhren ſtellt man nun 30 bis 40 neben einander in einen Trichter, den man auf eine Flaſche ſetzt, welche auf einen mit Waſſer bedeckten Teller geſtellt wird; man muß dabei zu verhüten ſuchen, daß die Phosphorſtangen einander nicht berühren. Der Apparat wird dann mit einer Glocke bedeckt, welche an den Seitenwänden

mit zwei einander gegenüberſtehenden Öffnungen verſehen iſt und deren Rand im Waſſer des Tellers ſteht. Durch dieſes Mittel bleibt die Luft in der Glocke immer feucht, ihre Erneuerung geht langſam von Statten, welches den Verluſt der Säure und die allzuſchnelle Verbrennung verhütet. Es iſt auſſerdem nöthig, daß die Luft feucht bleibe, damit die erzeugte Unterphosphorſäure ſich mit Waſſer ſättigen und in den Trichter und von da in die Flaſche fließen kann; ohne dieſe Vorſicht würde ſich auf der Oberfläche der Phosphorſtangen ein Überzug bilden und die Verbrennung würde gehemmt werden. Die ſo bereitete Säure iſt ſchwach; man konzentrirt ſie anfangs durch eine gelinde Wärme und dann durch Schwefelſäure im luftleeren Raume.

Unterphosphorichte Säure.

(Synonyme. Lat. Acidum hypophosphorosum. Franz. Acide hypophosphoreux.)

262. Eigenſchaften. Dieſe Säure iſt flüſſig, von ſtarkem Geſchmack und nicht kryſtalliſirbar; ſie iſt ſchwerer als Waſſer, und kann nicht im waſſerfreien Zuſtand dargeſtellt werden. Der Einwirkung des Feuers ausgeſetzt fängt ſie ſogleich an, ſich in Phosphorwaſſerſtoffgas im Minimum, welches entweicht, in Phosphor, welcher frei wird, und in Phosphorſäure zu zerſetzen. Sie iſt in allen Verhältniſſen im Waſſer auflöslich; verſchiedenen oxydirten Körpern entzieht ſie den Sauerſtoff auf ſehr kräftige Weiſe; aber ſie kann ſich auch mit vielen Salzbaſen verbinden und eigenthümliche Salze bilden. Alle dieſe Salze ſind hinſichtlich ihrer großen Auflöslichkeit merkwürdig, ſie kryſtalliſiren nur ſehr ſchwer und ſind gewöhnlich zerfließlich.

263. Bereitung. Dulong entdeckte dieſe Säure, welche ſich immer bei der Behandlung eines Phosphoralkali's mit Waſſer bildet; letzteres zerſetzt ſich, woraus dann unterphosphorichte Säure, oder vielmehr ein unterphosphorichtſaures Salz und Phosphorwaſſerſtoffgas im Maximum hervorgehen. Man zieht das Phosphorbaryum zu dieſem Endzweck vor, weil es leicht iſt, allen Baryt mittelſt einer hinreichenden Menge ſchwacher Schwefelſäure niederzuſchlagen,

ſobald das Waſſer aufhört zu reagiren. Enthält die Flüſſigkeit keinen Baryt und keine Schwefelſäure mehr, ſo filtrirt man und dampft anfänglich mit Hülfe einer gelinden Wärme ab, beendigt aber dann die Konzentration unter dem Rezipienten der Luftpumpe mittelſt konzentrirter Schwefelſäure.

Roſe hat vor kurzem die unterphosphorichtſauren Salze unterſucht und fand das angegebene Verfahren ziemlich unſicher; er zieht folgendes vor. Man rührt Baryt mit Waſſer an, ſetzt Phosphor dazu und läßt das Gemenge kochen; es entwickelt ſich Phosphorwaſſerſtoffgas und es bildet ſich unterphosphorichtſaurer Baryt. Sobald die Operation beendigt iſt, filtrirt man die Flüſſigkeit, welche dieſes Salz enthält und ſetzt einen Überſchuß von Schwefelſäure dazu. Der ſchwefelſaure Baryt wird hierauf durch Filtriren abgeſchieden und die neue Flüſſigkeit mit kohlenſaurem Blei oder Bleioxyd zuſammen gebracht. Es bildet ſich unauflösliches ſchwefelſaures Blei und ſehr auflösliches unterphosphorichtſaures Blei. Die von Neuem filtrirte Flüſſigkeit bringt man mit einem Strom von Schwefelwaſſerſtoffgas in Berührung, welches das Blei als Schwefelblei ausſcheidet und die unterphosphorichte Säure frei macht.

264. Zuſammenſetzung. Die unterphosphorichte Säure kann auf zweierlei Weiſe betrachtet werden: als einfache Säure und dann würde ſie enthalten:

4 At. Phosphor	=	784,60	oder	72,33
3 At. Sauerſtoff	=	300,00		27,66
1 At. Säure	=	1084,60		100,00

oder als ein ſaures Salz mit Phosphorwaſſerſtoffgas im Maximum als Baſis, und ſie würde dann beſtehen aus:

1 At. Phosphorſäure	=	2 At. Phosphor	=	392,30
		5 At. Sauerſtoff	=	500,00
2 At. Phosphorwaſſerſtoffgas im Maximum	=	2 At. Phosphor	=	392,30
		4 At. Waſſerſtoff	=	24,96
1 At. ſaures phosphorſaures Phosphorwaſſerſtoffgas			=	1309,56

Wenn man nun dieſe Säure analyſirt, indem man ſie in Phosphorſäure verwandelt, ſo muß man wirklich auch 5 Atome Sauerſtoff hinzuſetzen, um den Phosphor des Phos-

phorwaſſerſtoffgaſes zuerſt zu ſäuern, ferner zwei Atome Sauerſtoff um den Waſſerſtoff zu verbrennen, was 7 Atome giebt. Da nun die Phosphorſäure nur 10 Atome enthält, ſo ſchließt man, daß die angewendete Säure nur 3 enthalte, obgleich ſie recht gut 5 und ſelbſt mehr wegen des freien Waſſerſtoffes enthalten könnte.

Bei dieſer letztern Annahme müßten die Produkte, welche die Säure durch Einwirkung des Feuers liefert, nothwendiger Weiſe Phosphorſäure, Phosphor und Phosphorwaſſerſtoffgas im Minimum ſeyn; ſo lehrt es auch die Erfahrung.

Die unterphosphorichte Säure und Unterphosphorſäure ſind alſo wahrſcheinlicher Weiſe zweifache Verbindungen und nicht urſprüngliche Säuren, wie die Phosphorſäure und die phosphorichte Säure.

Außerdem iſt die Phosphorſäure die einzige Verbindung von Sauerſtoff und Phosphor, welche ſehr beſtändig iſt; alle andern gehen durch Einwirkung der Wärme in ſie über; ſie thun dieß auch durch Einwirkung vieler oxydirter Körper, denen ſie den Sauerſtoff entziehen; das Chlor, Brom und Jod bewirken dieſelbe Umwandlung, indem ſie das Waſſer dieſer Säuren zerſetzen und ſelbſt in Chlorwaſſerſtoffſäure, Bromwaſſerſtoffſäure und Jodwaſſerſtoffſäure übergehen. d'Arcet der Sohn zeigte, daß man mittelſt Unterphosphorſäure und Jod bei gelinder Wärme ſehr reine Jodwaſſerſtoffſäure in Gasform erhält; dieß Verfahren iſt dem vorzuziehen, welches bei der Bereitung der Jodwaſſerſtoffſäure angegeben wurde.

Verbindungen des Phosphors mit Chlor.

(Chlorures de phosphore.)

265. Man kennt deren zwei. Beide kann man unmittelbar erhalten, und beide haben viele Eigenſchaften mit einander gemein. Ihr größter Unterſchied beſteht in der Zuſammenſetzung. Es wird uns leicht werden, ſie zu gleicher Zeit mit einander zu betrachten.

Phosphorchlorid.

(Synonyme. Franz. Perchlorure de phosphore.)

266. Eigenſchaften. Dieſer Körper iſt weiß, ſtarr, flüchtig; er röthet das Lackmuspapier, wenn daſſelbe vorher auch noch ſo ſorgfältig getrocknet worden iſt. Er wird in der Rothglühhitze vom Sauerſtoff zerſetzt, indem Chlor frei wird und Phosphorſäure ſich bildet; durch Waſſerſtoff wird er auf ähnliche Weiſe in Chlorwaſſerſtoffſäure und in Phosphor zerſetzt; außerdem wird das Phosphorchlorid durch viele Metalle zerlegt, welche ſich in Chlormetalle und Phosphormetalle verwandeln. Es verbindet ſich mit waſſerfreiem Ammoniak und erzeugt dabei eine weiße, geſchmack- und geruchloſe, feuerfeſte, im Waſſer wenig auflösliche und durch Alkalien wenig veränderliche Maſſe. Nach Grouvelle würde ſich dieſe jedoch durch Einwirkung des Feuers in neutrales chlorwaſſerſtoffſaures und phosphorſaures Ammoniak verwandeln können. Mit Waſſer bildet dieſe Chlorphosphorverbindung zuerſt ein flüſſiges Hydrat, allein es iſt ſchwierig, dieſes Hydrat zu bereiten, denn wenn es nur ganz kurze Zeit mit einem Überſchuß von Waſſer in Berührung bleibt, zerſetzt es daſſelbe und geht in Chlorwaſſerſtoffſäure und Phosphorſäure über. Das Phosphorchlorid verbreitet in der Luft weiße, ziemlich dicke und ſehr ſtechende Dämpfe.

267. Zuſammenſetzung. Es beſteht aus:

5 At. Chlor	=	1106,60	oder	84,94
1 At. Phosphor	=	196,15		15,06
2 At. Phosphorchlorid	=	1302,75		100,00

Dulong hat ſich auf direkte Weiſe hievon überzeugt, indem er nämlich den durch eine beſtimmte Menge Phosphor gebildeten Chlorphosphor gewogen hat.

Phosphorchlorür.

(Synonym. Franz. Protochlorure de phosphore.)

268. Eigenſchaften. Es iſt flüſſig, farblos, durchſcheinend, dichter als Waſſer, ſehr rauchend und ſtark ätzend. Es kocht bei 78° C. Die Dichtigkeit ſeines Dampfes iſt gleich

4,875. Sehr trocknes Lackmuspapier röthet es nicht. Das Ammoniak ſchlägt Phosphor daraus nieder und verwandelt es in Phosphorchlorid, mit welchem es ſich verbindet. Es verhält ſich übrigens zum Sauerſtoff, Waſſerſtoff und zu den Metallen, wie Phosphorchlorid. Es löſt den Phosphor leicht auf, beſonders in der Wärme. Während dem Erkalten ſetzt ſich dieſer bald als Pulver, bald in kryſtalliniſcher Form daraus ab. Das Waſſer ſchlägt den Phosphor daraus nieder und zerſetzt das Phosphorchlorür wie gewöhnlich. Durch gelindes Abdampfen wird das Chlorür verflüchtigt und der Phosphor bleibt zurück. Taucht man ein Stück Fließpapier in dieſes mit Phosphor geſchwängerte Chlorür, ſo fängt es in einigen Augenblicken Feuer, nachdem das Chlorür verdampft iſt und der Phosphor fein zertheilt, ſich auf dem Papier abgeſetzt hat und nun mit der Luft in Berührung kömmt.

269. Zuſammenſetzung. Das Phosphorchlorür beſteht aus:

3 At. Chlor	= 663,96	oder	77,19
1 At. Phosphor	= 196,15		22,81
2 At. Phosphorchlorür	= 860,11		100,00

Man beweiſt dieß, indem man eine beſtimmte Menge Phosphorchlorür mit Waſſer behandelt, die Chlorwaſſerſtoffſäure mittelſt ſalpeterſaurem Silber niederſchlägt und das wohl gewaſchene und getrocknete Chlorſilber wägt. Iſt das Gewicht des Chlor's einmal bekannt, ſo erhält man durch Abziehen das des Phosphor's.

270. Bereitung. Beide Chlorverbindungen werden auf dieſelbe Weiſe bereitet. Man bringt Phosphor in eine recht trockene tubulirte Retorte und läßt durch die Öffnung einen Strom von ebenfalls ganz trockenem Chlor gehen. Der Phosphor entzündet ſich, verbindet ſich mit dem Chlor und erzeugt zuerſt flüſſiges Phosphorchlorür. Unterbricht man die Operation etwas, bevor aller Phosphor verſchwunden iſt, verſchließt dann die Retorte und läßt ſie einige Tage lang ruhig ſtehen, ſo wird alles gebildete Phosphorchlorid in Phosphorchlorür verwandelt. Man deſtillirt dann bei gelinder Wärme, um den überſchüſſigen Phosphor abzuſcheiden. Dieſer bleibt in der Retorte und das Phosphorchlorür geht über.

Läßt man im Gegentheil ſtatt die Operation, wie oben geſagt, zu unterbrechen fortwährend Chlor einſtrömen und zwar ſo lange bis die ganze Maſſe feſt geworden iſt, und ſelbſt etwas länger, ſo bekommt man Phosphorchlorid mit etwas freiem Chlor; dieſes entweicht aber bei gelinder Hitze und nimmt nur ſehr wenig Phosphorchlorid mit, ſobald man die Temperatur von 100 c. nicht überſchreitet.

Verbindungen des Phosphors mit Brom.

(Synonym. Franz. **Brômures de phosphore.**)

271. Balard lehrte uns zweierlei Arten Bromphosphor kennen. Man erhält ſie, wenn man Phosphor und Brom, beide vollkommen trocken, mit einander in Berührung bringt. Die Wirkung iſt lebhaft; ſie iſt von Wärme- und Lichtentwicklung begleitet. Es bilden ſich beide Bromverbindungen zu gleicher Zeit, und unterſcheiden ſich darin, daß das Phosphorbromür flüſſig, das Phosphorbromid aber feſt und kryſtalliſirt iſt. Bringt man eine neue Menge Brom mit Phosphorbromür zuſammen, ſo verwandelt ſich derſelbe in Phosphorbromid und umgekehrt wird dieſes wieder Phosphorbromür, ſobald man überſchüſſigen Phosphor hinzubringt. Das Phosphorbromür kann ſelbſt noch überſchüſſigen Phosphor auflöſen, aber durch die Deſtillation wird dieſer leicht wieder entfernt.

Das Phosphorbromür iſt bei 12° noch flüſſig; es verbreitet in der Luft ſtechende Dämpfe; mit Waſſer zuſammengebracht, bildet es phosphorichte Säure und Bromwaſſerſtoffſäure.

Das Phosphorbromid, obgleich bei der gewöhnlichen Temperatur feſt, kann geſchmolzen werden und bildet dann eine rothe Flüſſigkeit, welche bei ſtärkerer Hitze ſich in Dämpfe von derſelben Farbe verwandelt. Beim Erkalten kryſtalliſirt es in Rhomboedern oder Nadeln von gelber Farbe. Es erzeugt auch in Berührung mit der Luft Dämpfe. Mit Waſſer zerſetzt er ſich; es bilden ſich Phosphorſäure und Bromwaſſerſtoffſäure.

Jodphosphor.

(Synonym. Franz. Jodure de phosphore.)

272. Der Phosphor verbindet ſich mit Jod in verſchiedenen Verhältniſſen unter Wärmeentwicklung, aber ohne Lichterſcheinung. Ein Theil des erſten giebt mit acht Theilen vom zweiten eine braun-orangerothe Verbindung, die bei ohngefähr 100° ſchmelzbar iſt und ſich bei einer höhern Temperatur verflüchtigt. Mit Waſſer in Berührung gebracht, gebracht, entwickelt ſich Phosphorwaſſerſtoffgas; es wird Phosphor in Flocken niedergeſchlagen und das farbloſe Waſſer enthält phosphorichte Säure und Jodwaſſerſtoffſäure.

Ein Theil Phosphor und ſechzehn Theile Jod geben eine grau-ſchwarze, kryſtalliſirte, bei 29° ſchmelzbare Maſſe. In Waſſer gebracht, bildet ſich daraus farbloſe Jodwaſſerſtoffſäure und phosphorichte Säure, ohne daß Phosphorwaſſerſtoffgas dabei entweicht.

Ein Theil Phosphor und 24 Theile Jod geben einen ſchwarzen, bei 46° theilweiſe ſchmelzbaren Körper. Das Waſſer löſt denſelben mit lebhafter Wärmentwicklung auf, aber die Auflöſung hat eine ſehr intenſiv-braune Farbe, welche erſt nur dann verſchwindet, wenn man ſie längere Zeit einer gelinden Wärme ausſetzt.

Die Proportion von 1 Phosphor zu 16 Jod ergiebt ſich ungefähr aus dem Verhältniß des Phosphor's zum Jod, wenn man annimmt, daß ſich der Phosphor in phosphorichte Säure verwandelt. Die folgende Proportion von 1 Phosphor zu 24 Jod würde Jodwaſſerſtoffſäure geben, wenn der Phosphor ſich in Phosphorſäure verwandeln würde. Iſt aber das angewendete Waſſer in zu großer Menge da, ſo bleibt freies Jod zurück, welches ſich in der gebildeten Jodwaſſerſtoffſäure auflöſt und es erzeugt ſich nun phosphorichte Säure. Dieſe verwandelt das Jod nur durch die Konzentration in Jodwaſſerſtoffſäure, indem ſie ſelbſt in Phosphorſäure übergeht; aus dieſem Grunde erhält man aus der Verbindung von 1 Theil Phosphor und 24 Theilen Jod eine ſehr gefärbte Säure, weil ſie viel Jod aufgelöſt hält. Man ſieht alſo, daß ſich immer phosphorichte Säure bildet, ſo-

bald Phosphor im Überſchuß vorhanden iſt, und Phosphorſäure, ſobald das Jod über 16 Theile auf 1 Theil Phosphor beträgt und man die Flüſſigkeit abdampft.

Schwefelphosphor.

(Synonym. Franz. Sulfure de phosphore.)

273. Eigenſchaften. Schwefel und Phosphor bilden zuſammen mannigfaltige Verbindungen, welche alle bei gewöhnlicher Temperatur die Zerſetzung des Waſſers bewirken und Schwefelwaſſerſtoff, Phosphorſäure und phosphorichte Säure erzeugen. Bei einer Temperatur von 80 oder 100° geht dieſe Reaktion ſelbſt ziemlich raſch vor ſich und bringt heftige Exploſionen hervor. Dieſe Verbindungen ſind gewöhnlich durch Phosphoroxyd und andre darin enthaltenen Stoffe verunreinigt. Die Schwefelphosphorverbindungen ſind flüchtig, von weißlichter Farbe, die bald ins Grüne, bald ins Rothe ſpielen; ſie ſind theils flüſſig, theils halbfeſt, auch feſt je nach den verſchiedenen Verbindungsverhältniſſen. Bei gewöhnlicher Temperatur entzünden ſie ſich leichter als Phosphor. Sie ſind leichter ſchmelzbar als Schwefel oder Phosphor und ſind ſelbſt zuweilen bei der gewöhnlichen Temperatur noch tropfbar flüſſig.

Wenn man eine dieſer Verbindungen mit einer Auflöſung von Ammoniak ſchüttelt und ſie einige Stunden ſtehen läßt, ſo verſchwinden alle Unreinigkeiten, ſo wie ihre röthliche oder braune Farbe, und es erſcheint dieſelbe hellgelb von Farbe, halbdurchſichtig und wird flüſſiger. Ins Waſſer gebracht, bewirkt ſie ſelbſt in mehrern Wochen in demſelben keine merkliche Veränderung.

Eine auf dieſe Weiſe von Faraday bereitete Verbindung, welche ohngefähr 5 Theile Schwefel und 7 Theile Phosphor enthielt, war bei — 6,7° nicht feſt und bei 0° noch ſehr flüſſig. Einige Wochen in einer Flaſche unter Waſſer aufbewahrt, ſetzte ſie reinen Schwefel in Kryſtallen ab. Ihre Schmelzbarkeit wurde vermindert; ſie nahm kryſtalliniſche Geſtalt an, nachdem ſie einige Stunden in einer Atmosphäre bei 3 oder 4 Grad Wärme geſtanden hatte und bildete ohne

Zweifel eine Verbindung in beſtimmtem Verhältniß. Dieſe Maſſe ſchien aus 4 Theilen Schwefel und 8 Theilen Phosphor gebildet zu ſeyn; man erhält auch wirklich, wenn man beide Körper im angegebenen Verhältniß vereinigt, eine Verbindung, welche die nämlichen Eigenſchaften darbietet. Übrigens darf man dieß Verhältniß nur als ein der Wahrheit ſich näherndes betrachten, welches anzuzeigen ſcheint, daß das Produkt aus 1 Atom Schwefel und 2 Atomen Phosphor beſtand.

Folgende Tabelle zeigt nach Pelletier's Verſuchen die Schmelzbarkeit der Schwefelphosphorverbindungen in verſchiedenen Verhältniſſen an:

				Schmelzpunkt
100 Phosphor	und	12,5	Schwefel	bei 25° C
100 —	—	25	—	— 15°
100 —	—	50	—	— 10°
100 —	—	100	—	— 5°
100 —	—	200	—	— 12°,2
100 —	—	300	—	— 37,5

Man wird ſich aus dem früher Geſagten noch erinnern, daß der Phosphor bei 42° C. und der Schwefel bei 107° erſt ſchmilzt.

274. Bereitung. Es iſt dieſe nicht ohne einige Schwierigkeit, man mag beide Stoffe trocken oder unter Waſſer verbinden. In letzterem Fall kann die Zerſetzung des Waſſers offenbar ſogleich geſchehen. Man vermeidet, daß ſie nicht zu ſchnell Statt finde und mithin Gefahr bringe, indem man die Temperatur nur auf ungefähr 60° erhöht, nie aber über 70°. Man bringt 10 Gramme Phosphor in ein Zylinderglas (Taf. 1. Fig. 15.), ſetzt eine angemeſſene Menge Schwefelblumen und 30 oder 40 Gramme Waſſer von 60° hinzu; das Glas wird nun in ein Marienbad geſtellt, deſſen Waſſer 80 Grad hat, um die Temperatur des Gemenges zu erhalten; endlich rührt man dieſes mittelſt eines Glasſtabs um, bis die Verbindung vollſtändig Statt gefunden hat.

Will man den Phosphor und Schwefel trocken verbinden, ſo muß man ſich ſehr hüten, die Stoffe auf einmal in die Röhre zu bringen. Man wählt in dieſem Fall eine Röhre,

welche einen Zoll im Durchmeſſer auf ſechs bis 8 Zoll Länge hält. Zuerſt ſchmelzt man den Phosphor darin und wirft dann Stangenſchwefel ſtückchenweiſe hinzu. Jedes Stückchen bewirkt ein Verkniſtern, begleitet durch ein ſchwaches Ziſchen, welches von dem in geringer Menge ſich entwickelnden Schwefelwaſſerſtoffgas herrührt, das vom Waſſerſtoff des Schwefels und Phosphor's kommt oder von einer kleinen Menge Waſſer, das noch an dieſen Stoffen hängt, gebildet wird. Man muß immer warten bis das Stückchen völlig verſchwunden iſt, ehe man ein Neues hinzufügt: man erkennt dieß, indem man mit einem Stäbchen umrührt.

Benutzung. Man wendet dieſe Verbindungen nicht an; man könnte ſie jedoch zur Bereitung der Phosphorfeuerzeuge gebrauchen, wegen der Leichtigkeit, mit welcher ſie bei der Berührung mit der Luft Feuer fangen.

Capitel X.

Stickſtoff. — Ammoniak. — Atmosphäriſche Luft. — Stickſtoffoxydul und Stickſtoffoxyd. — Unterſalpetrichte Säure. — Salpetrichte Säure. — Salpeterſäure. — Chlorſtickſtoff und Jodſtickſtoff. —

275. Der einfache Körper, deſſen Beſchreibung der Gegenſtand dieſes Kapitels iſt, wird mit Recht als einer der merkwürdigſten Stoffe betrachtet, den uns die Natur darbietet. Seine Verbindungen beſitzen ſehr ausgezeichnete Eigenſchaften; ſie ſind im Allgemeinen wenig beſtändig, doch giebt es einige, welche den zerſetzenden Wirkungen ziemlich viel Widerſtand leiſten, wie wir ſogleich ſehen werden. Es iſt ſchwer zu erklären, warum der Stickſtoff faſt niemals ſich mit den andern einfachen oder zuſammengeſetzten Körpern direkt verbinden kann. Bis jetzt kennt man in der That keinen Stoff, der unter irgend einem Einfluß und in kürzerer Zeit ſich mit dem gasförmigen Stickſtoff zu verbinden fähig iſt. Deshalb kennt man auch kein directes Mittel, welches die Gegenwart des Stickſtoff's in einer Zuſammenſetzung oder einem gaſigen Gemenge nachwieſe. Alle Eigenſchaften dieſes Körpers ſind negativ, man nimmt deshalb an, daß ein Gas Stickgas ſey, ſobald es keine der Eigenſchaften beſitzt, welche die übrigen bekannten Gasarten charakteriſiren. Auf dieſe Weiſe kann man ſich auch die beſondern Schwierigkeiten erklären, welche die Unterſuchung dieſes Körpers den Chemikern des letztverfloſſenen Jahrhunderts darbieten mußte. Während ſich Lavoiſier's Theorie ſogleich auf alle andern bekannten Subſtanzen anwenden ließ, konnte der Stickſtoff und ſeine Verbindungen lange nicht dadurch erklärt werden,

weil man ſeine Gegenwart durch kein ſpezielles Reagens nachweiſen konnte.

Es bedurfte der vereinigten Anſtrengungen der geſchickteſten Chemiker jener Epoche ſowohl als unſerer Zeit noch, um die zahlreichen und wichtigen Erſcheinungen, welche dieſer Körper in ſeinen Verbindungen darbietet, auf eine einfache und zugleich ſtrenge Weiſe genügend zu erklären. Doch, Dank dieſen Anſtrengungen, die Geſchichte des Stickſtoff's kann gegenwärtig als Muſter dienen, und wenn noch einige Schwierigkeiten zu überwinden bleiben, ſo ſind dieſe wenigſtens in eine Reihe heutiges Tags ſo dunkler Erſcheinungen verwieſen, daß die Enthüllung ihrer Urſachen vielleicht einer neuen Revolution in der Chemie vorbehalten iſt.

Das Stickgas, welches man anfänglich mit der Kohlenſäure verwechſelte, wurde von Rutterfort im Jahr 1772 zuerſt davon unterſchieden.

Wir werden die Geſchichte dieſes Körpers und ſeiner Verbindungen einigermaſſen ausführlich geben. Seine Wichtigkeit beim Studium der chemiſchen Erſcheinungen iſt leicht einzuſehen, da er einen der weſentlichen Grundſtoffe der Atmosphäre, welche die Erdkugel umgiebt, ausmacht und da er ein Beſtandtheil der meiſten thieriſchen und mehrerer Pflanzenſtoffe iſt, da er ferner zur Bildung des Ammoniak's, der Salpeterſäure oder des Scheidewaſſers und deswegen auch des Salpeters und Schießpulvers beiträgt, und da er endlich in bedeutender Menge im Berliner Blau enthalten iſt.

Stickſtoff.

(Synonyme. Stickluft, Salpeterſtoff, verdorbene Luft. Lat. Nitrogenium. Franz. Azote, Nitrogène.

276. Eigenſchaften. Der Stickſtoff iſt in reinem Zuſtand immer gasförmig. Bei der gewöhnlichen Temperatur und dem gewöhnlichen Luftdruck iſt er farblos und ohne Geruch und Geſchmack; er löſcht brennende Körper aus. Bei gleicher Temperatur und gleichem Luftdruck verhält ſich ſein Strahlerbrechungsvermögen zu dem der Luft wie 1,020

zu 1,000. Nach Berzelius und Dulong iſt ſeine Dichtigkeit gleich 0,976.

277. **Bereitung.** Man verſchafft ſich den Stickſtoff faſt immer aus der Luft, indem man den Sauerſtoff durch Phosphor, die Kohlenſäure durch Kali und den Waſſerdampf durch Chlorcalcium abſorbiren läßt. Zu dieſem Endzweck nimmt man eine Glasglocke, die zwei oder drei Liter hält und ſtellt auf eine Korkplatte von geringerem Durchmeſſer als die Glocke eine Kapelle aus Knochenerde mit zwei oder drei Gramm Phosphor. Sobald man die Korkplatte auf die Waſſerwanne ſo gelegt hat, daß ſie auf der Oberfläche der Flüſſigkeit ſchwimmt, ſo zündet man den Phosphor an und bedeckt ihn mit der mit Luft erfüllten Glocke, wobei man Sorge tragen muß, daß die Öffnung etwas unter die Waſſerfläche kommt, um die Verbindung zwiſchen der darin eingeſchloſſenen und der äußern Luft zu unterbrechen. Die Luft kann ſich demnach nicht erneuern und man bringt daher eine beſtimmte Menge derſelben mit einem Überſchuß von Phosphor in Berührung, der in voller Verbrennung begriffen iſt. Dieſe Luft wird nun auf einmal zwei verſchiedenen Einflüſſen ausgeſetzt, erſtlich dem des Phosphor's, der ſich ihres Sauerſtoff's bemächtigt und zweitens dem der Hitze, die ſich während der Verbrennung entwickelt. Während ſein Volum durch die erſte Urſache vermindert wird, wird es durch die zweite vermehrt und letztere Wirkung iſt in den erſten Augenblicken des Experiments weit ſtärker als die andre. Man ſieht deshalb auch von allen Seiten die in der Glocke enthaltene Luft unter dem Glockenrand hervortreten, und muß deshalb dieſe unterſtützen, da das Entweichen der Luftblaſen ſie umwerfen könnte. Aber bald wird das Verſchwinden des Sauerſtoff's überwiegend, und man ſieht die Flüſſigkeit in der Glocke ſteigen, während die Flamme des Phosphor's bläſſer wird und endlich auslöſcht. Die weißen Dämpfe der Phosphorſäure, welche ſich anfangs an den Wänden der Glocke als Flocken abſetzten, löſen ſich ſogleich im Waſſer auf, welches die Wände berührt.

Das Gas, welches nach dieſer Operation zurückbleibt, iſt noch nicht rein. Es enthält noch eine kleine Menge Sauerſtoff, Kohlenſäure und Phosphordampf.

Der Sauerſtoff wird nun vollends weggeſchafft, indem man in das Gas einige Phosphorſtangen bringt, die auf Glasröhren gelegt werden. Man läßt ſie einige Stunden darin, oder noch beſſer, bis der Phosphor endlich aufgehört hat, im Dunkeln zu leuchten.

Um ſich nun auch der Kohlenſäure und des Phosphordampfs zu entledigen, läßt man das Gas in Flaſchen mit eingeriebenem Glasſtöpſel treten, worin man noch etwas Waſſer gelaſſen hat. Man bringt dann einige Stücke Kali oder Kalkhydrat hinein, wobei man immer Sorge trägt, den Hals unter Waſſer zu halten; hierauf verſchließt man die Flaſchen, nachdem man die Stöpſel vorher mit etwas Fett eingerieben hat, nimmt ſie dann aus dem Waſſer und ſchüttelt ſie einige Minuten ſtark um. Das Kalihydrat löſt ſich auf, abſorbirt die Kohlenſäure und dabei entſteht etwas kohlenſaures Kali. Der Phosphordampf wird niedergeſchlagen, und um das Gas auch waſſerfrei zu erhalten, braucht man es blos jetzt in Flaſchen auszuleeren, welche man damit vollkommen füllt und in welche man Chlorcalcium in Stücken oder recht friſchen ungelöſchten Kalk thut. Nach Verlauf von 24 Stunden iſt das Gas voll kommen waſſerfrei und trocken.

278. Benützung. In dieſem Zuſtand der Reinheit wird das Stickgas nur zu einigen chemiſchen Experimenten gebraucht. Da es faſt auf keinen bekannten Körper wirkt, ſo dient es ſehr vortheilhaft zur Bildung künſtlicher Atmosphären, innerhalb welcher man Körper in Berührung bringt, welche auf den Sauerſtoff der Luft oder auf andre Gaſe wirken würden, wenn ſie ſich darin befänden. Seine Anwendung in dieſem reinen Zuſtande iſt alſo ſehr beſchränkt.

Ammoniak oder Stickſtoffwaſſerſtoff.

(Synonyme. Ammonium, flüchtiges Laugenſalz. Lat. Ammoniacum. Franz. Ammoniaque.)

Das Ammoniak war den alten Chemikern bekannt. Sie bezeichneten es mit dem Namen flüchtiges Alkali, welchen es noch jetzt führt. Seine Zuſammenſetzung war ihnen unbekannt, und man muß bedauern, daß ſein Name nicht verändert wurde, als Berthollet dieſelbe nachwies.

Das Ammoniak erzeugt ſich durch direktes Zuſammenbringen ſeiner Beſtandtheile nur unter ſeltenen und keineswegs ökonomiſchen Umſtänden, deren man ſich nie zur Fabrikation bedienen könnte. Alles dasjenige, welches gewonnen wird, es mag nun frei oder mit andern Stoffen verbunden ſeyn, kömmt aus thieriſchen Stoffen, welche entweder nach und nach durch den Einfluß der Zeit oder ſchnell durch eine erhöhte Temperatur zerſetzt werden. In der That enthält der Harn beinahe aller Thiere Ammoniak in Menge, wenn er in Fäulniß übergegangen iſt. Viele Jahrhunderte lang gewannen die Egyptier aus dem Harn und Miſt der Kameele chlorwaſſerſtoffſaures Ammoniak (Salmiak), womit ſie allein handelten.

Seit einigen Jahren erzeugt man durch die Deſtillation thieriſcher Stoffe in Frankreich mehr Ammoniak und Ammoniakſalze, als man gebrauchen kann. Wir werden dieſe Kunſt weiter unten beſchreiben; Beaumé war es, welcher zuerſt zeigte, daß man ſie vortheilhaft betreiben kann.

279. Bereitung. Wenn man in einem kleinen Mörſer ungefähr gleiche Theile ungelöſchten Kalk und Salmiak zuſammenreibt und das Gemenge unter die Naſe bringt, ſo wird man einen lebhaften, durchdringenden Geruch empfinden, welcher die Schleimhaut der Naſe und des Schlundes reizt und zugleich auf die Augen wirkt und Thränen erzeugt. Dieſe eigenthümliche Wirkung rührt vom Entweichen eines gasförmigen Stoffes her, den man leicht auffangen kann. Man nehme 50 Gramm ungelöſchten Kalk und eben ſo viel Salmiak, pulveriſire jedes für ſich und menge es dann ſo ſchnell als möglich; hierauf bringe man dann das Ganze in eine Glasretorte und fülle dieſe zu drei Viertheilen voll; man befeſtigt hierauf eine kleine gekrümmte Röhre an ihren Hals, taucht dieſe unter Queckſilber und erhitzt nun die Retorte allmählig, entweder durch Kohlfeuer oder durch eine Weingeiſtlampe. Bald wird ſich dann ein Gas entwickeln, das man in zylindriſchen Probiergläſern, die man zuvor mit Queckſilber angefüllt hat, auffängt. Man kann von der gänzlichen Entfernung der Luft aus den Gefäßen und der Reinheit des Ga-

ſes überzeugt ſeyn, ſobald Letzteres von etwas Waſſer, welches man in das Probierglas bringt, vollkommen abſorbirt wird.

Um die Vorgänge bei dieſer Operation gehörig begreifen zu können, muß man bemerken, daß das Ammoniakgas alkaliniſche Eigenſchaften beſitzt. Davon kann man ſich leicht überzeugen, indem man ein Stück feuchtes Kurkumapapier in ein mit dieſem Gas angefülltes Probierglas bringt, wodurch dann augenblicklich eine Röthung deſſelben bewirkt wird; oder man kann ſtatt deſſen etwas durch Veilchenſyrup blaugefärbtes Waſſer hinzubringen, ſo wird das Gas davon abſorbirt werden und die Flüſſigkeit wird grün gefärbt; auch etwas Waſſer, was durch Schwefelſäure oder Chlorwaſſerſtoffſäure ſchwach geſäuert worden, kann man einbringen und das Gas wird zwar bei einer ſehr geringen Quantität Säure noch gänzlich davon abſorbirt werden, allein die Flüſſigkeit wird alle Kennzeichen einer alkaliniſchen Auflöſung noch beibehalten und dieſe Eigenſchaft erſt durch Zuſatz einer neuen Menge Säure endlich ganz verlieren. Weiß man nun, daß der Salmiak, wie wir ſpäter ſehen werden, aus Chlorwaſſerſtoffſäure und Ammoniakgas beſteht und daß er folglich chlorwaſſerſtoffſaures Ammoniak iſt, ſo wird daraus äußerſt einfach und leicht der angeführte Verſuch erklärt und verſtanden werden können. Der Waſſerſtoff der Chlorwaſſerſtoffſäure und der Sauerſtoff des Kalk's bilden zuſammen Waſſer, das Chlor verbindet ſich mit dem Calcium, es bildet ſich Chlorcalcium, welches ſelbſt wieder mit einem Theil des Kalk's eine Verbindung eingeht, um eine eigenthümliche, aus Chlorcalcium und Calciumoxyd beſtehende, Verbindung zu bilden. Das freigewordene Ammoniak entweicht in Gasgeſtalt, welche ihm bei gewöhnlicher Temperatur und gewöhnlichem Luftdruck eigenthümlich iſt.

280. Phyſiſche Eigenſchaften. Das auf dieſe Art bereitete Ammoniakgas iſt farblos, ſehr ſcharf und ätzend; ſein ſtarker und ſtechender Geruch läßt es leicht erkennen; man kann es nicht athmen, ohne ſchnell einen Reitz auf der Schleimhaut der Naſe und des Mundes zu fühlen; es verurſacht Thränen. Als Alkali ſteht es an Stärke dem Kali und Natrum kaum nach. Seine Wirkung auf den Veilchen-

ſyrup und das Kurkumapapier iſt ſehr ſtark; ſeine Dichtigkeit iſt = 0,591, ſein Strahlenbrechungsvermögen = 1,309.

Bis auf die neueſte Zeit glaubte man, das Ammoniak ſey ſtets gasförmig, wie die meiſten Gasarten; Faraday aber zeigte zuerſt, daß es fähig iſt, in den flüſſigen Zuſtand überzugehen. Clouet und Hachette hatten bemerkt, daß, ſobald man einen Strom dieſes Gaſes in ein Gefäß, das bis zu — 41° C. erkältet worden, leitet, ſich eine kleine Menge Flüſſigkeit abſetzt. Man ſchrieb dieſe Erſcheinung dem waſſerhaltigen Zuſtand des Gaſes zu und die geringe Menge der erhaltenen Flüſſigkeit erlaubte keine weiteren Unterſuchungen.

281. Nicht ſo verhält es ſich mit Faraday's Unterſuchungen (Kaſtners Archiv Bd. 1. S. 97.). Um ſich vor jedem Einwurf zu ſichern, ſuchte er zuerſt waſſerfreies Ammoniak zu bekommen; er fand dieß auch in einer eigenthümlichen Zuſammenſetzung, welche er Gelegenheit hatte zu unterſuchen. Das trockne Chlorſilber abſorbirt das Ammoniakgas auch waſſerfrei und zwar mit einer ſolchen Leichtigkeit, daß 1 Gramm Chlorſilber 320 Kubik Centimeter Ammoniakgas condenſiren kann. Dieſe übrigens wenig gekannte Verbindung iſt ſehr unbeſtändig. Bei 38° C. zerſetzt ſie ſich, das Ammoniakgas nimmt ſeine elaſtiſche Geſtalt wieder an und entweicht; das Chlorſilber verändert ſich dabei nicht. Faraday ſchloß eine beſtimmte Quantität dieſer Verbindung in eine gekrümmte Glasröhre ein, welche er ſorgfältig an der Lampe zuſchmolz. Er erhitzte das Ende, wo ſich das Chlorſilber befand, welches bald ſchmolz und dann kochte. Er erkaltete das andere Ende mit etwas Eis, worauf das freigewordene Ammoniakgas ſich bald im kalten Theile der Glasröhre in flüſſiger Geſtalt zu condenſiren anfieng.

In dieſem Zuſtand iſt das Ammoniak ohne Farbe, durchſichtig und ſehr flüſſig. Sein Strahlenbrechungsvermögen iſt ſtärker als das des Waſſer's. Seine Dichtigkeit iſt im Vergleich zum Waſſer = 0,76. Bei + 10° C. übt ſein Dampf ſchon einen Druck von 6,5 Atmosphären aus.

Der zu dieſem Verſuch angewendete kleine Apparat bietet eine eigne Erſcheinung dar. Iſt das Experiment beendigt, das Chlorſilber ſeines Ammoniaks gänzlich beraubt und

dieſes befindet ſich als tropfbare Flüſſigkeit am entgegengeſetzten Ende der Röhre, ſo reicht ſchon die bloße Erkaltung des Chlorſilbers hin, um ihm die Eigenſchaft wieder zu ertheilen, das Ammoniakgas zu abſorbiren. Dieß tritt auch ſogleich ein; die Flüſſigkeit geräth ins Kochen und wird der Apparat in einer Temperatur von 50° c. erhalten, ſo wird die erſte Verbindung wieder hergeſtellt, ohne daß nur irgend eine Spur von dem vorgenommenen Verſuche zurückbliebe.

Buſſy ließ Ammoniakgas in eine dünne Glaskugel treten, welche durch Verdampfung von flüſſiger ſchweflichter Säure an der Luft erkaltet war, und erhielt es ſo ebenfalls im flüſſigen Zuſtand.

282. Die Hitze ſcheint auf das Ammoniakgas keinen Einfluß zu haben. Prieſtley erwähnt jedoch, daß es ſich zerſetzt, wenn man es in eine glühende Porzellan- oder Glasröhre leitet, welche einen kleinen Durchmeſſer hat. Nach Thenard aber geht das ganz trockne Gas unverändert durch die Röhre, wenn dieſe innen ſehr rein und glaſirt iſt und ſich die Temperatur nicht viel über die Kirſchrothglühhitze erhebt. Indeß iſt es wahrſcheinlich, daß eine höhere Temperatur eine gänzliche oder theilweiſe Zerſetzung des Gaſes hervorrufen würde, beſonders wenn man die Röhren mit Porzellanſtückchen anfüllt. Auf jeden Fall kann man mit Gewißheit annehmen, daß das trockene Ammoniakgas beim Durchſtreichen durch eine Porzellanröhre von 8 oder 10 Millimeter im Durchmeſſer und bei einer Kirſchrothglühhitze oder bei noch etwas höherer Temperatur keine Veränderung erleidet, wenn es ſelbſt ſehr langſam durchſtrömt. Beim Heraustreten aus der Röhre, über Queckſilber aufgefangen und mit Waſſer in Berührung gebracht, tritt dieß in dem Glas ſogleich in die Höhe und das Gas verſchwindet völlig. Übrigens wirkt es auf Pflanzenfarben, wie gewöhnlich, und hat keine ſeiner urſprünglichen Eigenſchaften verloren.

283. Zuſammenſetzung. Anders verhält ſich dieſer Körper gegen die Electrizität; dieſe zerſetzt das Gas und bietet ein wichtiges Hülfsmittel zu ſeiner Analyſe dar. Berthollet entdeckte die wahre Natur des Ammoniak's und mit Hülfe

der Electrizität gelang es ſeinem Sohne das genaue Verhältniß ſeiner Elemente zu beſtimmen.

Das Ammoniak wird aus 3 Volumtheilen Waſſerſtoff und 1 Vol. Stickſtoff, die zu zwei Vol. verdichtet ſind, gebildet. Um dieß zu beweiſen, unterwirft man ein beſtimmtes Volum dieſes Gaſes, der Einwirkung einer Reihe electriſcher Funken. Von allen hiezu anwendbaren Apparaten iſt der gewöhnliche Queckſilbereudiometer der einfachſte und er wird deshalb auch gewöhnlich vorzugsweiſe dazu angewendet. Die Einwirkung iſt ſo langſam, daß für 10 Kubikcentimeter dieſes Gaſes, 6 bis 8 Stunden wenigſtens nothwendig ſind, um die Zerſetzung vollſtändig zu machen, ſelbſt wenn die angewendete Elektriſirmaſchiene ſtark iſt. Das Volum des erhaltenen Gasgemenges iſt dann doppelt ſo groß geworden. Es hat ſeinen Geruch, ſeinen Geſchmack und ſeine Einwirkung auf den Veilchenſyrup und das Curkumapapier verloren. In einer kleinen Quantität Waſſer iſt es nicht merklich auflöslich. Durch die Analyſe mittelſt Sauerſtoff in den Voltaiſchen Eudiometer findet man, daß der Rückſtand aus 15 Kubikcentimeter Waſſerſtoff und 5 Kubikcentimeter Stickſtoff beſteht.

Alle übrigen, häufig angeſtellten Unterſuchungen haben dieß Reſultat beſtätigt. Das Gas beſteht alſo aus:

1 At. Stickſtoff	= 88,52	oder	82,53
3 At. Waſſerſt.	= 18,73		17,47
2 At. Ammoniak	= 107,25		100,00

284. Chemiſche Eigenſchaften. Man ſollte in Folge der Zuſammenſetzung vermuthen, daß die Wirkung des Sauerſtoff's auf's Ammoniak ſehr lebhaft ſey. Bei der gewöhnlichen Temperatur iſt dieß jedoch gar nicht der Fall; mengt man aber gleiche Theile Ammoniak und Sauerſtoff über Queckſilber in einem Zylinderglas und bringt es unter eine brennende Kerze, ſo findet Entzündung und Detonation ſtatt. Eben dieß iſt der Fall, wenn das Gemenge in einem Queckſilber-Eudiometer dem electriſchen Funken preisgegeben wird. In dieſem Fall iſt die Wirkung ſo ſtark, daß der Apparat gewiß zerſchmettert würde, wenn man ein gewöhnliches Eudiometer und eine zu beträchtliche Gasmenge an

wenden wollte. Man muß ſich alſo eines ſehr dicken Eudiometers bedienen, oder das Gemenge, das man detoniren laſſen will, in kleinen Portionen nach und nach nehmen.

Die Luft kann das Ammoniak ebenfalls zerſetzen; aber der Verſuch gelingt nicht gut, wenn man nicht das Gemenge der Wirkung der Glühhitze in einer glühenden Röhre ausſetzt und zwar ſo, daß alle Theile deſſelben nach und nach in dieſe Temperatur verſetzt werden. Man läßt Luft und Ammoniak getrennt in das eine Ende einer glühenden Porzellanröhre treten und ſammelt dann die Produkte mittelſt einer am andern Ende angebrachten, gebogenen Röhre.

Operirt man mit einem Gemenge von Sauerſtoff und Ammoniak, ſo ſind die Produkte Waſſer, Stickſtoff und eine kleine Menge Salpeterſäure oder ſalpeterſaures Queckſilber. *) Nimmt man ſtatt des Sauerſtoffs atmosphäriſche Luft, ſo bleiben die Produkte dieſelben, man muß nur den in der Luft enthaltenen Stickſtoff in Rechnung bringen, der ſich mit demjenigen vereinigt, der aus dem Ammoniak hervorgeht.

Daraus läßt ſich nun einſehen, was vor ſich geht, ſobald man eine angezündete Kerze in ein mit Ammoniakgas gefülltes Zylinderglas taucht. Wie man leicht vorausſehen kann, erlöſcht ſie; bringt man aber die Kerze langſam und mit Vorſicht hinein, ſo ſieht man, daß die Flamme größer wird, eine gelbe, dann blaue Farbe annimmt und endlich völlig verſchwindet. Dieſe Erſcheinungen rühren von der Gegenwart einer kleinen Quantität Luft her, welche das die Flamme unmittelbar umgebende Ammoniakgas zerſetzt, wegen der hohen Temperatur der erſteren. Dieſe Wirkung zeigt ſich noch deutlicher, wenn man das Eintauchen der Kerze mehrmals wiederholt, was die Mengung der Luft erleichtert, oder wenn man mit einem im Voraus gemachten Gemenge von Ammoniak und atmosphäriſcher Luft den Verſuch anſtellt.

Nach der Zuſammenſetzung dieſes Gaſes erfordern 100 Vol. deſſelben 75 Vol. Sauerſtoff, um ſich in Waſſer und

*) Das ſalpeterſaure Queckſilber entſteht nämlich durch die Einwirkung der gebildeten Salpeterſäure auf das Queckſilber, über welchem die Gaſe aufgefangen werden.

Stickgas zu verwandeln; aber durch die zufällige Bildung einer kleinen Menge Salpeterſäure erhält man kein ganz reines Reſultat. Das Gemenge detonirt mit Hülfe der Hitze oder des electriſchen Funken's in allen Verhältniſſen, welche innerhalb der Gränze von 3 Sauerſtoff und 1 Ammoniak einerſeits und 2 Ammoniak und 1 Sauerſtoff andrerſeits eingeſchloſſen ſind.

Der Waſſerſtoff wirkt nicht auf das Ammoniak. Chlor und Jod dagegen wirken im kalten Zuſtande auf dieſen Körper und geben mit ihm verſchiedene Produkte, welche wir ſpäter unterſuchen werden (Chlorſtickſtoff, Jodſtickſtoff). Für jetzt genügt es einſtweilen, zu erwähnen, daß das Chlor das gasförmige oder in Waſſer aufgelöſte Ammoniak zerſetzt, den Stickſtoff frei macht, in Chlorwaſſerſtoffſäure übergeht und dann chlorwaſſerſtoffſaures Ammoniak bildet. Sind Chlor und Ammoniak in Gasform, ſo findet die Einwirkung unter Wärme und Lichtentwickelung ſtatt. Daſſelbe geſchieht zwiſchen gasförmigem Chlor und flüſſigem Ammoniak, nicht mehr aber, wenn beide im Waſſer aufgelöſt ſind. Jod, in Berührung mit trocknem Ammoniak, abſorbirt dieſes Gas und bildet eine ſchwärzliche Flüſſigkeit. Der Schwefel wirkt nur in der Hitze darauf, und es bildet ſich dann ſchwefelwaſſerſtoffſaures Ammoniak und Stickſtoff.

285. Bei gewöhnlicher Temperatur und gewöhnlichem Luftdruck, löſt das Waſſer eine große Menge Ammoniakgas auf; es abſorbirt wenigſtens den dritten Theil ſeines Gewicht's oder ungefähr vier bis fünfhundertmal ſein Volum. Setzt man Waſſer in Berührung mit einem, mit reinem Ammoniakgas gefüllten Gefäß, ſo ſtürzt die Flüſſigkeit in daſſelbe, wie in den leeren Raum hinein. Das Probierglas wird ſelbſt ſehr oft durch den heftigen Stoß der Waſſerſäule zerbrochen. Das Aufſteigen wird weniger raſch ſeyn, wenn das Gas eine ſehr kleine Blaſe atmosphäriſcher Luft oder eines unauflöslichen Gaſes enthält. Selbſt vom Eis wird das Ammoniakgas abſorbirt. Bringt man ein kleines Stück Eis in ein mit dieſem Gas angefülltes Zylinderglas, welches durch Queckſilber geſperrt iſt, ſo ſchmilzt es bald, abſorbirt das Gas und das Queckſilber ſteigt raſch bis zur

Spitze des Probierglaſes. Während dieſe Auflöſung vor ſich geht, ſteigt die Temperatur des Waſſer's; auch iſt es unumgänglich nothwendig, die Gefäße erkalten zu laſſen, wenn man eine beträchtliche Quantität der Auflöſung bereiten und ſie konzentrirt erhalten will. Gleichzeitig vermehrt ſich das Volumen der Flüſſigkeit und die Dichtigkeit vermindert ſich. Man berechnet die Vermehrung des Volums auf ein Neuntel des angewendeten Waſſers, eine Berechnung, welche man jedoch nicht als völlig ſicher betrachten darf. Davy machte drei Verſuche um die Gasmenge, welche der Dichtigkeit der Auflöſung entſpricht, zu beſtimmen. Nach dieſen Verſuchen entwarf er folgende Tabelle, indem er annahm, daß, wenn man Waſſer und eine Ammoniakauflöſung mengt, die Dichtigkeit des Gemenges gleich iſt der mittlern Dichtigkeit beider Flüſſigkeiten. Man darf alſo die Zahlen in dieſer Tabelle nur als Annäherungen zur Wahrheit betrachten: 1.) weil ſie auf zu wenig Thatſachen beruhen, 2.) weil ſie auf die Abſorption in Volumen gegründet ſind und Davy ſie nach der Dichtigkeit des Ammoniakgaſes berechnet hat, die er nur 8mal ſo groß als die des Waſſerſtoffgaſes annahm, während ſie doch eigentlich in der Wirklichkeit 8,5mal größer als dieſe iſt. Es folgt daraus, daß die auf der Tabelle angegebenen Mengen von Ammoniakgas ungefähr $\frac{1}{17}$ durchgängig zu gering angegeben ſind; doch kann man ſich dieſer Tabelle immer mit Nutzen bedienen, bis man eine beſſere beſitzt. Die drei Sternchen zeigen die durch die Experimente erhaltenen Reſultate an.

Hundert Theile der Auflöſung enthalten dem Gewicht nach:

Spezifiſches Gewicht.	Ammoniak.	Waſſer.
0,8750*	32,50	67,50
0,8875	29,25	70,75
0,9000	26,00	74,00
0,9054*	25,37	74,63
0,9166	22,07	77,93
0,9255	19,54	80,46
0,9326	17,52	82,48
0,9385	15,88	84,12
0,9435	14,53	85,47
0,9476	13,46	86,54
0,9513	12,40	87,60
0,9545	11,56	88,44
0,9573	10,82	89,18
0,9597	10,17	89,83
0,9619	9,60	90,40
0,9692*	9,50	90,50

Die wäſſerige Ammoniakauflöſung iſt farblos, hat einen ſtarken, ätzenden Geſchmack, einen durchdringenden Geruch, der dem des Gaſes ähnlich iſt; ſie wirkt auf Kurkuma und Veilchenſaft, wie die Alkalien; bei — 40° C. wird ſie feſt, undurchſichtig und verliert ihren Geruch; bei der Siedhitze verliert ſie faſt alles in Auflöſung gehaltene Gas; der freien Luft ſchon bei der gewöhnlichen Temperatur ausgeſetzt, findet daſſelbe ſtatt; um ſie aufzubewahren, muß man ſie in Flaſchen mit eingeriebenen Glasſtöpſeln bringen und ſorgfältig verſchließen.

286. Benutzung. Man wendet das Ammoniak faſt immer nur in der eben angeführten Form an. Als Reagens wird dieſe Auflöſung in den Laboratorien viel gebraucht; in der Medizin wendet man es als Reizmittel an. Äußerlich bedient man ſich deſſelben zu Einreibungen, ſowohl in reinem Zuſtand als in Verbindung mit fetten Ölen. Auch innerlich wird es gebraucht; in dieſem Fall nur, in Gaben von einigen Tropfen, und zwar mit viel Waſſer verdünnt, um ſeine ätzende Eigenſchaft zu mindern. Mit dem Drei oder Vierfachen ſeines Volum's Waſſer gemiſcht, und zu einigen Eßlöffeln gegeben, vertreibt es das Aufblähen des Vieh's, das vom Genuß friſcher Pflanzen, wie z. B. von Luzernerklee oder ſpaniſchem Klee herrührt. Dieſe Krankheit iſt unter dem Namen des Auflaufens bekannt, und iſt beinahe immer Folge

der plötzlichen Entwicklung einer Menge Schwefelwaſſerſtoffſäure und Kohlenſäure im Magen. Man wendet das wäſſerige Ammoniak auch in den Künſten beſonders in der Färberei an.

287. Bereitung des in Waſſer aufgelöſten Ammoniaks. Um die wäſſerige Auflöſung dieſes Gaſes zu erhalten, bedient man ſich in den Laboratorien des Woulf'ſchen Apparats, den man mit einer verkitteten Glas- oder Steingutretorte, die zu zwei Drittheilen mit einem Gemenge von gleichen Theilen ungelöſchten Kalk's und Salmiak's angefüllt iſt, in Verbindung bringt. Man erhitzt die Retorte allmählig, bis die Gasentwicklung aufhört, welches erſt bei der Glühhitze oder einer derſelben ſich nähernden Temperatur eintritt. Man muß Sorge tragen, daß die Röhre, welche die Retorte mit dem Apparat in Verbindung bringt, von weitem Durchmeſſer iſt. Ohne dieſe Vorſicht könnte ſie von einer kleinen Menge Salmiak, die der Zerſetzung entgieng, verſtopft werden; denn dieſer ſublimirt ſich und kryſtalliſirt in ihrem Innern.

Dieſe Methode, welche man leicht ausführen kann, ſobald man nur eine kleine Menge Ammoniakauflöſung bedarf, iſt bei der Bereitung im Großen nicht anwendbar. Die Glasretorten brechen zuweilen beim Anfang der Operation und gegen das Ende hin leiden ſie durch die anfangende Schmelzung, was dann eine mehrmalige Benutzung verhindert. Die Steingutretorten ſind ebenfalls zerbrechlich und haben außerdem noch einen andern Übelſtand. Überläßt man ſie nämlich nach beendigter Operation ſich ſelbſt, ſo zieht die kleine Menge Chlorkalk, welche an der innern Wand hängen bleibt, auch wenn man den Rückſtand heraus nimmt, die Feuchtigkeit der Luft an und bildet bald eine Auflöſung, welche in die Maſſe der Retorte dringt. Setzt man ſie nun in dieſem Zuſtand von Neuem der Wirkung der Hitze aus, ſo verwandelt ſich das Waſſer der Auflöſung in Dampf und die Retorte zerſpringt nach allen Richtungen. Manchmal finden ſelbſt kleine Exploſionen ſtatt, welche von den Wänden der Retorte breite Splitter losreißen. Man kann zwar dieſem Übelſtand abhelfen, indem man die Retorte von Neuem füllt, wenn der Apparat auseinander genommen iſt und man gleich

an eine neue Operation geht; immer aber iſt das Zerſpringen zu befürchten und ich glaube, es iſt ſehr ſelten, daß ein und dieſelbe Retorte zweimal gebraucht werden kann.

Übrigens iſt es auch ſchwierig einen Kitt zu finden, der der Einwirkung des Gaſes widerſteht. Der aus Eiweiß und und Kalk bereitete ſcheint noch der beſte zu ſeyn, doch muß man ihn vollkommen trocken werden laſſen. Ohne dieſe Vorſicht dringt das Gas allmählich durch und entweicht zuletzt in die Luft. Der Kitt aus Wachs, Harz und Terpentin würde vorzuziehen ſeyn, aber er legt ſich nur gut an die Röhren und Tubulirungen, ſo wie auf die Stöpſel, wenn dieſe recht trocken und warm ſind. Wird die Operation nicht vorſichtig angeſtellt, ſo findet das Gas zwiſchen Kitt und Glas einen Ausweg, und man muß die Operation unterbrechen.

288. Alle dieſe Unbequemlichkeiten verſchwinden, wenn man vom folgenden Apparat Gebrauch macht (Fig. 1. Taf. 12). Er beſteht in einer Retorte aus weichem Gußeiſen mit einer weiten Tubulirung, welche mittelſt eines Stöpſels von Eiſen, der ſorgfältig abgedreht und eingerieben iſt, verſchloſſen wird. Der Hals der Retorte hat gleichfalls einen Stöpſel von gedrehtem Eiſen, woran ein eiſernes Rohr geſchweißt iſt, welches beſtimmt iſt, den Ofen und die Theile des Apparat's, welche von Glas ſind, etwas entfernt von einander zu halten. Dieſes Rohr iſt entweder direct, oder wieder mittelſt einer Röhre von Glas oder Blei mit der erſten, mit einem Hahn verſehenen, Woulf'ſchen Flaſche in Verbindung gebracht. Dieſe muß leer ſeyn; ſie iſt beſtimmt etwas von der öhligen Materie, welche faſt immer das Gas begleitet, und von den Unreinigkeiten des chlorwaſſerſtoffſauren Ammoniaks oder dem Fette der Stöpſel herrührt, zu verdichten. Hat ſich eine bedeutende Menge Waſſer und bituminöſen Stoff's angehäuft, ſo öffnet man den Hahn, fängt das ſtark mit Ammoniak geſchwängerte Product auf und gießt es in die Retorte, wenn man eine neue Operation anfängt. Die zweite Woulfiſche Flaſche, zu drei Vierteilen mit Waſſer angefüllt, dient zur Bereitung des flüſſigen Ammoniak's. Um die Auflöſungen von beſtimmter Stärke zu erhalten, reicht es hin, die Höhe des Waſſers an-

fänglich und nach beendigter Operation zu bezeichnen. Hat man dieß an der Flaſche angemerkt, ſo iſt nichts leichter, als das Product, nachdem es die gewünſchte Stärke erhalten, wegzunehmen, und es durch eine neue Menge Waſſer zu erſetzen. Eben ſo kann man es mit der dritten Flaſche machen, welche beſtimmt iſt, das Gas zu verdichten, welches in der erſteren nicht abſorbirt wurde; das darin enthaltene Waſſer erlangt ſehr lange nicht den Sättigungspunct, da die große Löslichkeit des Gaſes macht, daß nicht eine einzige Gasblaſe aus der erſten Flaſche entweichen kann, bevor das Waſſer, welches ſie enthält, den Sättigungspunct wirklich erreicht hat, oder demſelben wenigſtens nahe gekommen iſt. Wenn aus der Retorte ſich kein Gas mehr entbindet, nimmt man den Stöpſel mittelſt eines eiſernen Hebels weg. Müßte man hiezu eine zu große Gewalt anwenden, ſo muß man Sorge tragen, den Stöpſel mit einem Stück feuchter Leinwand abzukühlen, ohne die Tubulirung damit zu berühren, und dann wird die Zuſammenziehung des Eiſens dieſe Operation ſehr leicht machen. Hierauf nimmt man mittelſt eines mit einem Stiel verſehenen Löffels die Maſſe aus der Retorte heraus; der Bauch derſelben muß glühen, um den Chlorkalk in geſchmolzenem Zuſtand zu erhalten, was die Reinigung viel leichter macht; zuletzt nimmt man das Feuer weg, und wenn die Retorte erkaltet iſt, kann man ſie von Neuem füllen und die Operation wieder beginnen. Iſt dieſer Apparat einmal eingerichtet, ſo leiſtet er ſehr lange ſeine Dienſte; dieß erlaubt, daß man die Fugen des Woulf'ſchen Apparats ſehr ſorgfältig verkitten kann. Zu dieſem Zweck kann man ſich ſowohl der Glasröhren als Bleiröhren bedienen.

289. In einigen Fabriken bedient man ſich eines Topfs von Gußeiſen, worauf man mit Bleiloth einen gleichfalls aus Gußeiſen gefertigten Deckel auflöthet, der in ſeiner Mitte eine eiſerne Röhre trägt. Der Deckel ruht auf einem an der innern Wand des Gefäßes befindlichen ringförmigen Vorſprung aus Loth, der zwei Zoll unter dem Rand angebracht iſt (Fig. 2. Taf. 12.). Der leere Raum wird mit Waſſer angefüllt, das man erneuern muß, um das Schmel-

zen des Loths zu verhüten. Iſt die Operation beendigt, ſo ſchmelzt man das Loth und nimmt den Deckel ab, um den Topf auszuleeren. Dieſer Apparat, den man überall leicht verfertigen kann, empfiehlt ſich durch ſeine Einfachheit. Man ſieht hieraus, daß man bei ſehr ſtarker Fabrikation ſtatt der Retorte und des Topfs einen Zylinder von Gußeiſen, wie diejenigen, deren man ſich zur Bereitung der Chlorwaſſerſtoffſäure bedient, anwenden könnte. In dieſem letztern Fall würde man aber einen Vortheil vermiſſen, der den beiden vorerwähnten Apparaten eigenthümlich iſt. Er beſteht darin, daß man das Pulver von ungelöſchtem Kalk durch einen Kalkbrei erſetzen kann. Die Gegenwart des Waſſers macht die Gasentwickelung viel leichter, indem dieſes das chlorwaſſerſtoffſaure Ammoniak auflöſt, ſo daß man die Operation bei einer viel niedrigern Temperatur vornehmen kann.

290. Man bereitet das Ammoniak ſeit langer Zeit mittelſt des eben beſchriebenen Verfahrens; es läßt ſich jedoch viel erſparen, wenn man ſtatt des chlorwaſſerſtoffſauren Ammoniaks, ſchwefelſaures nimmt. Dieſes enthält 33 Procent Ammoniak, jenes 29. Der Unterſchied iſt, wie man ſieht, gering, wenn man beide Salze gleich trocken annimmt. Der Preis des chlorwaſſerſtoffſauren Ammoniaks übertrifft aber den des ſchwefelſauren beinahe um das Vierfache, und man erſpart daher 60 Prozent wenigſtens, wenn man das letztere Salz anwendet, das auch Payen mit Recht den Fabrikanten empfiehlt. *) In Bezug auf die Apparate findet keine Änderung ſtatt. Nimmt man Waſſer zur Operation, ſo bleibt der Gang derſelben der nämliche. Operirt man dagegen trocken, ſo muß man die Maſſe mit der größten Sorgfalt pulveriſiren und ſehr innig zuſammen mengen. Dieſe Vorſicht erfordert der Unterſchied zwiſchen dem chlorwaſſerſtoffſauren und ſchwefelſauren Ammoniak in ihrem Verhalten

*) Es hängt dieß bloß von Lokalverhältnißen ab, denn nicht überall hat man ſchwefelſaures Ammoniak ſo billig, wie es in Paris der Fall ſeyn mag. In mehrern uns bekannten deutſchen Fabriken erhält man ſogleich ſalzſaures Ammoniak als Nebenprodukt bei der Magneſiabereitung aus ſalzſaurer Bittererde und kohlenſaurem Ammoniak, ſo daß mithin durchaus kein ſchwefelſaures Ammoniak gewonnen wird. In Deutſchland würde demnach an vielen Orten das ſchwefelſaure Ammoniak theurer ſeyn, als der Salmiak. A. u. E.

zur Wärme. Beim erſteren macht ſich das Gemenge, da es flüchtig iſt, von ſelbſt; beim letztern würde eine Zerſetzung eintreten, da es nicht flüchtig iſt und ein Theil des Ammoniaks müßte verlohren gehen; denn das ſchwefelſaure Ammoniak würde ſich in ſchweflicht ſaures Ammoniak, in Waſſer und Stickſtoff verwandeln.

Atmosphäriſche Luft.

291. Wir haben ſchon oben bei Gelegenheit des Stickſtoffs der Zuſammenſetzung der atmosphäriſchen Luft erwähnt. Sie beſteht aus Stickſtoff, weil wir dieß Gas daraus abſcheiden konnten; aus Sauerſtoff, weil der Phosphor darin brennt und dabei Phosphorſäure gebildet wird; aus Kohlenſäure, weil das Kali ſich in baſiſch kohlenſaures Kali darin verwandelt und endlich enthält ſie auch Waſſer in Dampfform. Das Verhältniß eines jeden dieſer Körper, die allgemeinen Eigenſchaften der Luft und und ihre Modifikationen müſſen nun im Folgenden ein Gegenſtand ſorgfältiger Betrachtung werden.

292. Man kann ſich leicht überzeugen, daß die Luft unter den gewöhnlichen Umſtänden Waſſerdampf enthält. Zu dieſem Behufe macht man ein Gemenge aus dritthalb Pfund geſtoßenen Eiſens und einem Pfund gepulverten Kochſalzes, thut dieß in ein Gefäß, das außen ganz trocken iſt und ſtellt es an einen dem Anſcheine nach recht trockenen Ort. Nach wenigen Secunden wird das Gefäß von einem Rauch umgeben ſeyn, der vom Niederſchlagen des Waſſerdampfes herrührt und ſeine Wände werden bald mit kleinen Kryſtallen von erſtarrtem Waſſer bedeckt ſeyn, wie der Reif ausſehend, der den Erdboden oft bedeckt. Die Menge des Dampfs iſt verſchieden, man kann übrigens in den Lehrbüchern der Phyſik das Weitere hieher gehörige finden.

293. Eben ſo leicht kann man die Kohlenſäure in der Atmosphäre nachweiſen. Zu dem Ende darf man nur Körper hineinbringen, welche die Eigenſchaft beſitzen, dieß Gas zu abſorbiren und ſie werden nach Verlauf eines ziemlich kurzen Zeitraums davon völlig geſättigt ſeyn. Dieß findet ſtatt beim Kali-, Natron-, Baryt-, Strontian-, und Kalk-Hydrat

oder den wäſſerigen Auflöſungen dieſer Stoffe. Der Verſuch iſt leicht, beſonders mit Baryt, Strontian, oder Kalk, welche unauflösliche Salze bilden. Bringt man zwei oder drei Liter wäſſeriger Kalkauflöſung in eine Schüſſel und ſetzt ſie der Luft aus, ſo bedeckt ſich die Oberfläche der Flüſſigkeit bald mit einem weißen Häutchen, das ſich durch Umſchütteln leicht in kleine Schuppen theilt, welche bald auf den Boden des Gefäßes niederfallen. Ein neues Häutchen erſetzt dann bald wieder das erſtere, und indem man ſo die Flüſſigkeit von Zeit zu Zeit umſchüttelt, erhält man zuletzt eine anſehnliche Menge dieſes Stoffs, den man leicht für kohlenſauren Kalk erkennt, aus der Eigenſchaft, welche er beſitzt, kohlenſaures Gas zu liefern, wenn man z. B. Salpeterſäure darauf einwirken läßt, wobei dann ſalpeterſaurer Kalk gebildet wird.

294. Nicht ſo leicht als die Exiſtenz der Kohlenſäure in der Luft nachzuweiſen, iſt es, die Menge derſelben genau zu beſtimmen; dieß Verhältniß wechſelt, wie man ſchon leicht aus der Urſache vermuthen kann, welche die Erzeugung dieſes Gaſes bedingt. Ohne Zweifel ſind die Entſtehungsquellen der in der Atmoſphäre befindlichen Kohlenſäure das Athmen der Thiere, die Zerſetzung der organiſchen Stoffe nach dem Tod und die Verbrennung der in dieſen Stoffen enthaltenen Kohle, wenn wir uns derſelben zur Heitzung und Beleuchtung bedienen. Fügt man zu allen dieſen verſchiedenen Urſachen, welche der Atmoſphäre ihren Sauerſtoff zu entziehen ſuchen, noch die Einwirkung einer andern Urſache, welche im entgegengeſetzten Sinn ſtatt findet und nach den Jahrszeiten wechſelt, ſo wird man ſich eine Idee machen können von der Unbeſtändigkeit des Verhältniſſes der Kohlenſäure in der Luft. Man begreift leicht, daß die Luft frühe oder ſpäter ihres Sauerſtoffs ganz beraubt werden würde, wenn nicht die Zerſetzung der Kohlenſäure ſelbſt wieder auf ihre tägliche Bildung unmittelbar folgte.

295. Dieß iſt die wichtige Rolle, welche der grüne Stoff der Pflanzen ſpielt. Alle vegetabiliſchen Theile, die dieſe Farbe haben, beſitzen die Eigenſchaft, die Kohlenſäure unter dem Einfluß des Sonnenlichts zu zerſetzen, ſich des

Kohlenſtoffs, den ſie enthält, zu bemächtigen und allen Sauerſtoff, der ſich in ihnen findet, im freien und reinen Zuſtand auszuhauchen. Dieſe Erſcheinung wird ſpäter noch ſorgfältiger unterſucht werden müſſen; das, was wir hier vorläufig davon erwähnten, reicht hin, um zu zeigen, daß ſie als eine Folge eines der merkwürdigſten Naturgeſetze anzuſehen iſt.

Es iſt alſo nicht auffallend, daß, trotz der beträchtlichen Menge Kohlenſäure, die durch die angeführten Urſachen entſteht, die Menge derſelben in der gewöhnlichen Luft ausnehmend gering iſt. Auch würde man vergeblich ſich bemühen, ihr Verhältniß zu beſtimmen, indem man eine bekannte Menge Luft in einer graduirten Röhre mit einer Kaliauflöſung umſchüttelt. Das kohlenſaure Gas würde zwar abſorbirt werden, aber dieſe Abſorption würde im Volum des Gaſes keine merkliche Veränderung hervorbringen.

296. Thenard hat ſich zu dieſer Beſtimmung eines Mittels bedient, welches die größte Schärfe zu verſprechen ſcheint. Man begiebt ſich an den Ort, deſſen Luft man unterſuchen will, mit einem 10 bis 12 Liter haltenden Ballon, der mit einem Hahn verſehen iſt und nimmt eine Luftpumpe mit, an der ein biegſames Rohr angebracht iſt, das man an den Ballon befeſtigen kann. Man macht den Ballon luftleer und öffnet dann den Hahn; man hat ſo einen mit dieſer Luft gefüllten Ballon, deſſen Luftfaſſungsvermögen, unter bekannter Temperatur und Luftdruck, bekannt iſt. Man gießt in den Ballon drei oder vierhundert Gramme wäſſerichte Barytauflöſung und ſchüttelt nun, wenigſtens zehen Minuten lang, nachdem man vorher den Ballon wieder geſchloſſen hat. Der Baryt bemächtigt ſich der Kohlenſäure, bildet unauflöslichen kohlenſauren Baryt, und die in dem Ballon zurückbleibende Luft hat ſich ihres Kohlenſäuregehalts völlig entledigt. Man macht dann den Ballon abermals luftleer und füllt ihn von Neuem mit Luft; man ſchüttelt hierauf die Barytſolution wieder und wiederhohlt ſo die Operation 20 oder 30mal. Da man den Rauminhalt des Ballons kennt, ſo kennt man natürlich auch das Volum der angewendeten Luft. Man wiegt den entſtandenen kohlenſauren Baryt und ſchließt daraus auf das Volum der abſorbirten Kohlenſäure,

nach der bekannten Zuſammenſetzung dieſes Salzes. Folgendes ſind die Ergebniſſe des Verſuchs von Thenard: 288,247 Liter Luft bei 12° 5 Temperatur und unter einem Luftdruck von 0,76 Meter lieferten 0,966 Gramme kohlenſauren Baryt, welcher 0,2158 Kohlenſäure entſpricht. Es ergiebt ſich alſo aus dieſem Experiment, daß

10,000 Raumtheile Luft enthalten 3,71 Kohlenſäure oder
10,000 Gewichtstheile enthalten 6,03 Kohlenſäure.

Der Verſuch Thenard's wurde im Dezember 1812 an einem ſchönen Tage angeſtellt und mit einer Luft, die auf der Spitze eines kleinen Hügels genommen war, der von jedem bewohnten Ort entfernt lag.

297. Es iſt nicht unmöglich, daß eine Portion Kohlenſäure der Einwirkung des Baryt's in dieſem Experimente entgeht. Thenard theilte ſchon ſeine Beſorgniſſe in dieſer Hinſicht mit, und Th. de Sauſſure unternahm ähnliche Verſuche, wobei er, um dieſem Übelſtand abzuhelfen, das Verfahren abänderte. Er macht einen großen Ballon luftleer und füllt ihn wieder mit der zu analyſirenden Luft; in ſein Inneres bringt er eine Flaſche mit weiter Mündung, welche Barytwaſſer enthält. Er ſchließt den Ballon und überläßt ihn zwei Monate ſich ſelbſt, nur ſchüttelt er ihn von Zeit zu Zeit um. Nach Ablauf dieſes Zeitraums ſammelt er den gebildeten kohlenſauren Baryt und wägt ihn. Dieſe Methode bietet, ihrer Langſamkeit wegen, Schwierigkeit in der Anwendung dar; anderer Seits iſt auch zu befürchten, daß die Verſuche nicht die erforderliche Schärfe haben, wegen der geringen Menge kohlenſauren Baryt's, welche man erhält. Folgendes ſind die Reſultate, die Sauſſure von einer Luft erhielt, die bei ſtillem Wetter, 4 Fuß vom Boden, auf einer trockenen und luftigen Wieſe am See eine Stunde von Genf genommen worden war:

100,000 Raumtheile Luft haben gegeben:

			Kohlenſ.	Kohlenſ.
1809 — 31. Januar bei	— 5° C.		4,57	—
1810 — 20. Auguſt	+ 22°		—	7,79
1811 — 2. Januar	— 6°		4,66	—
1811 — 27. Juli	+ 22°		—	6,47
1812 — 7. Januar	+ 1,2°		5,14	—
1815 — 15. Juli	+ 29°		—	7,13
Mittel im Winter	. . . .		4,79	im Som. 7,13

10,000 Gewichtstheile Luft würden enthalten:

Mittel im Winter . . . . 7,28 im Som. 10,83

298. Dieſe Quantität iſt nicht beträchtlich und doch iſt ſie hinreichend groß, um einige Zweifel gegen die Genauigkeit der Reſultate einzuflößen. Die Mittel der Beobachtung ſind zwar ſtrenge, allein es wäre nur zu wünſchen, daß ſie bei ihrer Anwendung das Reſultat ſchneller lieferte, dann würde man dieſe Verſuche unter verſchiedenen Umſtänden wiederholen und das merkwürdige Geſetz, welches Sauſſure aufgefunden zu haben ſcheint, genau im Einzelnen verfolgen können. Man ſieht in der That, daß nach ihm das Verhältniß der Kohlenſäure im Sommer viel größer iſt, als im Winter und dieß ſcheint im erſten Augenblick im Widerſpruch zu ſtehen mit dem Einfluß der grünen Pflanzentheile, welche im Sommer mehr Kohlenſäure zerſetzen als im Winter, ſo wie auch mit dem Reſultat der Unterſuchungen von Edwards, nach welchen es gewiß zu ſeyn ſcheint, daß ein und daſſelbe Thier beim Athmen im Winter mehr Kohlenſäure als im Sommer liefert.

Findet aber dieſer Einfluß der Jahreszeiten wirklich ſtatt? Wenn er ſtatt findet, muß ſeine Wirkung nicht beſchränkt ſeyn und muß die beſtändige Bewegung der Atmosphäre nicht ſchnell die Vermiſchung der verſchiedenen Schichten herbeiführen? Dieſe Fragen ſind durchaus nicht gelöſt. Wenn auf der einen Seite die Kohlenſäure der Luft wirklich nach den Jahreszeiten und den Umſtänden, unter welchen ſich Sauſſure befand, wechſelt, ſo iſt es auf der andern Seite ſehr wahrſcheinlich, daß die allgemeine Zuſammenſezzung der Luft ſich gleich bleibt, und daß die Mengen-Verhältniſſe des abſorbirten und wieder entwickelten Sauerſtoff-

gaſes auf den verſchiedenen Punkten der Erdkugel ſich wechſelsweiſe das Gleichgewicht halten. Von dieſem Geſichtspunkt aus betrachtet, würden die Reſultate Sauſſure's von localen Urſachen herrühren, und könnten keine richtige Idee von dem Kohlenſäuregehalt der Atmoſphäre geben.

Wie dem auch ſeyn mag, da die Verhältnißzahlen, die er angiebt, höher zu ſeyn ſcheinen, als diejenigen, die ſich aus der in ihrer mittleren Zuſammenſetzung genommenen Luft ergeben, ſo muß man ſchließen, daß die in der Luft enthaltene Kohlenſäuremenge nie ſehr groß iſt.

299. Wenn wir ſo eben geſehen haben, daß es leicht iſt, zu beweiſen, daß die Luft Kohlenſäure enthält, ſo iſt es auch nicht minder ſchwer, zu zeigen, daß ſie Sauerſtoffgas enthält. Man kann zu dem Ende eine Menge Experimente anſtellen; eines, ſchon von Lavoiſier angewendet, iſt ſeiner Einfachheit wegen immer vorzuziehen. Es beruht auf der Eigenſchaft des Queckſilbers, ſich bei einer beſtimmten Temperatur zu oxydiren, und, ſobald man dieſe Temperatur überſchreitet, ſeinen Metallzuſtand wieder anzunehmen und das Sauerſtoffgas wieder fahren zu laſſen.

Lavoiſier machte das Experiment mittelſt eines Kolbens, der 36 Kubikzoll faßte, deſſen Hals ſehr lang war und 6 bis 7 Linien im Durchmeſſer hatte; er war gebogen, um bis an den obern Theil einer über das Queckſilber geſtürzten Glocke zu reichen. In den Kolben wurden 4 Unzen Queckſilber gebracht und hierauf ein Theil der in der Glocke enthaltenen Luft mittelſt eines Hebers entfernt, wobei man Sorge trug, die Höhe des Queckſilbers, die Temperatur und den Druck anzumerken. Sobald alles ſo vorgerichtet war, wurde das Queckſilber bis zum Sieden erhitzt und zwölf Tage lang faſt fortwährend bei dieſer Temperatur erhalten. Während des erſten Tages zeigte ſich keine merkwürdige Erſcheinung; das Queckſilber verdampfte und verdichtete ſich als kleine Tropfen in dem obern Theil des Kolbens, welche in der Folge wieder auf den Boden fielen, ſobald ſie eine beſtimmte Größe erreicht hatten. Am zweiten Tag ſah man auf der Oberfläche des Queckſilbers kleine rothe Theilchen ſchwimmen, welche während der 4 oder 5 folgenden Tage der Zahl und

Größe nach zunahmen und die endlich ſich gleich zu bleiben ſchienen. Nach Verlauf dieſer Zeit beendigte man die Operation und man fand, daß die im Apparat enthaltene Luft an Menge abgenommen hatte, indem ſtatt 50 Kubikzoll nur 42 oder 43 übrig blieben. Das rothe Queckſilberoxyd wurde geſammelt und wog 45 Gran; man erhitzte es in einer ganz kleinen Glasretorte, die mit einem Rezipienten und einer gebogenen Röhre verſehen war und zerſetzte es ganz in der Glühhitze, wobei man 42½ Gran flüſſiges Queckſilber und 7 bis 8 Kubikzoll reines Sauerſtoffgas erhielt.

Die Luft hatte alſo unter dieſen Umſtänden eine, dem ſechſten Theil ihres Volums gleiche Menge Sauerſtoff abgegeben; wir werden jedoch ſehen, daß das Queckſilber nicht allen in der Luft enthaltenen Sauerſtoff wirklich abſorbiren konnte.

300. Man bringe in ein Volta'ſches Eudiometer 100 Theile Luft und 100 Theile recht reines Waſſerſtoffgas und laſſe es detoniren, ſo werden 137 Prozent Gas übrig bleiben. Hieraus kann man nun ſchließen, daß 63 Theile des Gemenges ſich in Waſſer verwandelt haben, nämlich 42 Prozent Waſſerſtoff haben ſich mit 21 Sauerſtoff verbunden. Da aller Sauerſtoff aus der eingeſchloſſenen Luft kam, ſo müſſen 100 Theile derſelben 21 Theile Sauerſtoffgas enthalten.

301. Zu denſelben Folgerungen wird man geführt, wenn man in einer engen graduirten Röhre, über Queckſilber 100 Theile Luft in Berührung mit einem Phosphorſtengel bringt, der lang genug iſt, um den ganzen leeren Raum der Röhre einzunehmen. Der Phosphor muß an einem dünnen Eiſendraht befeſtigt ſeyn und die Röhre muß eine kleine Quantität Waſſer enthalten. Mittelſt dieſer Vorſichtsmaaßregel wird die Phosphorſäure, welche ſich bildet, ſchnell aufgelöſt, die Luft iſt überall in Berührung mit einer friſchen Oberfläche des Phosphor's und die Abſorption des Sauerſtoffs geht mit großer Leichtigkeit von ſtatten. Das Experiment iſt beendigt, ſobald man den Phosphor im Dunkeln nicht mehr leuchten ſieht. Man entfernt alsdann dieſen Körper mittelſt eines Eiſendrahts und mißt den Gasrückſtand,

nachdem man ihn zuvor einige Augenblicke lang umgeſchüttelt hat, um den Phosphordampf niederzuſchlagen. Im Sommer dauert dieſes Experiment einige Minuten; iſt die Temperatur niedrig, ſo dauert es länger und wird manchmal erſt nach Verlauf von drei Stunden beendigt. In jedem Fall, wenn man ſich nach dem angegebenen Merkmal richtet, iſt man ſicher, 79 Theile Stickſtoff als Rückſtand zu haben.

502. Da man nicht immer eine zu dieſem Verſuch gehörig geformte Phosphorſtange zu ſeiner Dispoſition hat, ſo zieht man in vielen Fällen die raſche Verbrennung des Phosphors vor und nimmt dieſe in einer gebogenen Glocke über Waſſer vor. Zuerſt läßt man in die Glocke 100 Theile Luft und bringt dann ein halbes Gramm Phosphor in den gebogenen Theil der Glocke. Hierauf erhitzt man dieſen Körper mittelſt einer Weingeiſtlampe. Anfänglich muß man nur langſam erwärmen, wegen der kleinen Quantität Waſſer, welche in der Krümmung der Glocke zurück blieb; iſt dieß aber verdampft, ſo muß man im Gegentheil raſch und ſtark erhitzen, damit der Phosphor ſich entzünde. Dieß erkennt man, ſobald ſich eine grüne Flamme im Innern der Glocke in Form eines Lichtſchimmers zeigt. Bei fortdauernder Erwärmung entfernt ſich dieſer Flammenſchimmer allmählig von der Spitze der Glocke, durchläuft den ganzen von der Luft eingenommenen Raum und ſcheint endlich, ſobald er die Oberfläche des Waſſers berührt hat, zu erlöſchen. Man begreift leicht, was in dieſem Experiment vor ſich geht. Der Phosphor verdampft und ſein Dampf kann nur dann verbrennen, wenn er Sauerſtoff vorfindet. Die grüne Flamme zeigt alſo zu gleicher Zeit den Gang des Phosphordampfs und die Abſorption des Sauerſtoff's an. Wir empfehlen raſch zu erhitzen, ſobald einmal das Waſſer verdampft iſt. Würde man dieſe Vorſicht vernachläſſigen, ſo würde der Phosphor verdampfen, ohne Feuer zu fangen, die Glocke würde ſich mit einem Gemenge von Sauerſtoff, Stickſtoff und Phosphordampf anfüllen, und dann würde, ſobald die Temperatur den zur Verbrennung dieſes Körpers hinreichenden Punkt erreicht hätte, die plötzliche und heftige Entzündung des Gemenges eine Detonation herbeiführen, welche die Glocke zertrümmern und

den entzündeten Phosphor weit umher ſchleudern würde. Folgt man der angegebenen Methode, ſo hat man dieſen übeln Umſtand nie zu befürchten. Es iſt übrigens klar, daß aller Sauerſtoff abſorbirt wurde, daß der Phosphor in Phosphorſäure übergeht und daß das Stickgas frei oder nur mit etwas Phosphordampf gemengt iſt, den man leicht durch Umſchütteln mit Waſſer, in welchem etwas Kali aufgelöſt iſt, entfernen kann; 100 Theile Luft auf dieſe Weiſe behandelt, laſſen 79 Theile Stickſtoff übrig.

303. Die atmosphäriſche Luft beſteht alſo aus 21 Maaß Sauerſtoff und 79 Maaß Stickſtoff, einigen Tauſendtheilen Kohlenſäure und endlich aus einer wechſelnden Quantität Waſſerdampf. Die Kohlenſäure und das Waſſer befinden ſich augenſcheinlich bloß beigemengt; es fragt ſich aber, ob es eben ſo mit dem Stickgas und Sauerſtoffgas der Fall iſt.

Prout und einige andere engliſche Chemiker glaubten das Verhältniß von 21 zu 79, das zwiſchen Sauerſtoff und Stickſtoff in der atmosphäriſchen Luft Statt finde, nähere ſich dem von 20 zu 80 oder von 1 zu 4 ſo auffallend, daß man dieſes Fluidum als eine wirkliche chemiſche Verbindung in beſtimmten Verhältniſſen betrachten könne. Dieſe Vermuthung wurde durch die ſeit langer Zeit bekannten Thatſachen nicht gerechtfertigt, ja durch die neuern Verſuche von Dulong wurde ſie umgeſtürzt.

Was die ſchon bekannten Erſcheinungen betrifft, ſo iſt es ſchon hinreichend, eine einzige nur näher zu unterſuchen. Wäre die Luft eine wirkliche chemiſche Verbindung, ſo würde ſie ſich im Waſſer vollſtändig auflöſen, während ſie doch zu dieſer Flüſſigkeit ſich wie ein einfaches Gasgemenge verhält. Das Waſſer löſt in der Berührung mit der Luft Sauerſtoff und Stickſtoff auf; aber die erſtere dieſer Gasarten wird verhältnißmäßig in größerer Menge davon aufgenommen, als ſie in der Luft exiſtirt. Das durch die Erfahrung beſtimmte Verhältniß zwiſchen den aufgelöſten Gasarten iſt genau ſo, wie es die Rechnung angiebt, wenn man die Luft nur als einfaches Gemenge betrachtet.

Zu dieſem ziemlich direkten Beweiſe fügte Dulong einen andern, noch ſprechendern. Alle zuſammengeſetzten

Gaſe haben ein größeres oder geringeres Strahlenbrechungsvermögen, als das, welches ihren Elementen zukommt. Die Luft dagegen beſitzt ein Strahlenbrechungsvermögen, welches dem vom Sauerſtoff und Stickſtoff, aus denen ſie beſteht, zuſammengenommen, gleich iſt. Sie theilt dieſe Eigenſchaft mit allen Gasgemengen, die nicht gegenſeitig auf einander reagiren.

Die Luft iſt folglich nur als ein einfaches Gemenge aus Sauerſtoff und Stickſtoff, und nicht als eine chemiſche Verbindung dieſer Stoffe zu betrachten.

304. Abgeſehen von dem Waſſerdampf und der Kohlenſäure, ſo erſcheint die Zuſammenſetzung der Luft, wenn nicht örtliche und vorübergehende Einflüſſe, z. B. eine Anhäufung von Menſchen und Thieren in einem eingeſchloſſenen Ort Statt gefunden haben, unveränderlich. Man fand dieſelben Verhältniſſe Sauerſtoff und Stickſtoff in einer großen Menge von Städten Europa's, in Egypten, in Amerika und endlich ſelbſt in einer Luft, die Gay-Luſſac in einer Höhe von 7000 Meter ſammelte.

Es wäre zwecklos, die chemiſchen Eigenſchaften der Luft ausführlich hier zu unterſuchen; bei jedem Körper werden wir jedoch die Wirkungen beſchreiben, die er auf dieſes Fluidum ausübt. Was ihre phyſiſchen Eigenſchaften betrifft, ſo ſind ſie allgemein bekannt und gehorchen übrigens denſelben Geſetzen, denen die gasförmigen Körper überhaupt unterworfen ſind.

Stickſtoffoxydul.

(Synonyme. Stickoxydul, oxydulirtes Salpeterſtoffgas. Lat. Gas azoticum oxydulatum. Franz. Protoxide d'azote.)

305. Eigenſchaften. Es iſt ein farb- und geruchloſes Gas, das einen ſüßen Geſchmack hat. Seine Dichtigkeit iſt gleich 1,5269. Es zeigt eine merkwürdige Anomalie, indem es nicht zum Athmen tauglich iſt; es betäubt Thiere und Menſchen, indem es dieſelben in eine Art von Trunkenheit verſetzt, während es jedoch die Verbrennung beſſer als

die Luft unterhält. Es zündet ſelbſt gleich dem Sauerſtoffgas ſchwach glimmende Kerzen wieder an, welche man hineintaucht. Dieſe Thatſache iſt ſchwierig zu erklären, denn, wenn es auch bei gleichem Volum mehr Sauerſtoff als die Luft enthält, ſo enthält es doch nicht ſo viel als Stickſtoffoxyd, welches dagegen anſtatt die Kerzen wieder anzuzünden, ſie vielmehr auslöſcht. Es verwandelt ſich durch die Einwirkung einer hohen Temperatur in ſalpetrichte Säure und Stickſtoff.

Der Sauerſtoff und die Luft ſind ohne Einwirkung auf daſſelbe bei der gewöhnlichen Temperatur.

Waſſerſtoff verwandelt daſſelbe in Waſſer und Stickgas, ſowohl bei der Glühhitze, als beim Durchſchlagen eines electriſchen Funkens. Chlor, Brom und Jod wirken nicht auf daſſelbe. Brennender Schwefel brennt darin fort und bildet ſchweflichte Sänre. Eben ſo verhält es ſich mit Phosphor, welcher Phosphorſäure bildet. Der Stickſtoff wird in beiden Fällen frei.

Das Waſſer löſt ungefähr die Hälfte ſeines Volums davon auf; der Alkohol noch mehr.

306. Zuſammenſetzung. Dieſes Gas beſteht aus 1 Vol. Stickſtoff und ½ Vol. Sauerſtoff, welche zu einem Volum verdichtet ſind. Um dieß zu beweiſen, erwärmt man ein beſtimmtes Volum dieſes Gaſes in einer gebogenen Glocke mit Schwefelbaryum, welches ſich alles Sauerſtoffes bemächtigt, indem es in ſchwefelſauren Baryt übergeht. Es bleibt 1 Vol. Stickſtock, gleich dem Volum des Gaſes übrig. Oder, wenn man von 1,5269, als der Dichtigkeit des Stickſtoffoxyduls, 0,976, als der Dichtigkeit des Stickſtoffs, abzieht, ſo bleibt 0,5509, eine Zahl, welche von 0,5513, als der halben Dichtigkeit des Sauerſtoffs wenig abweicht.

Es beſteht demnach aus:

2 At. Stickſtoff	=	177,04	oder	62,82
1 At. Sauerſtoff	=	100,00		37,18
2 At. Stickſtoffoxydul	=	277,04		100,00

307. Bereitung. Sie gründet ſich auf eine der merkwürdigſten Reaktionen in der Chemie.

Man erhält es, indem man trocknes ſalpeterſaures Ammoniak erhitzt. 20 bis 25 Gramme dieſes Salzes werden in eine kleine, mit einer gebogenen Röhre verſehene Glasretorte gebracht; dieſe ſtellt man über Kohlenfeuer, erhöht allmählig die Temperatur und trägt Sorge, daß dieſe nicht bis zum Dunkelrothglühen ſteigt, denn bei dieſem Grad und ſelbſt ſchon etwas darunter, würde die Zerſetzung ſo lebhaft vor ſich gehen, daß eine Exploſion Statt finden würde; das ſalpeterſaure Salz ſchmilzt bald, wird zerſetzt und verwandelt ſich in Waſſer, das ſich verdichtet und in Stickſtoffoxydul, das man in mit Waſſer gefüllten Flaſchen aufſammelt. Es iſt nothwendig dieſe Flaſchen ſogleich zu verkorken, wenn ſie mit dem Gaſe angefüllt ſind, um zu verhindern, daß das Waſſer, welches dieſes Gas leicht auflöſt, daſſelbe wieder abſorbire.

Die Produkte dieſer Operation ſind Waſſer und Stickſtoffoxydul. Folgendes iſt der Zahlenausdruck dieſer Reaktion:

Angewendete Atome.		Erzeugte Atome.	
4 At. Ammoniak =	6 Waſſerſt. 2 Stickſt.	6 At. Waſſer =	6 Waſſerſt. 3 Sauerſt.
1 At. Salpeterſ. =	5 Sauerſt. 2 Stickſt.	4 At. Stickſtoffoxydul =	4 Stickſt. 2 Sauerſt.

Das ſalpeterſaure Ammoniak enthält immer Kryſtalliſationswaſſer; dieſes entweicht jedoch in dem Maaße, als die Zerſetzung vor ſich geht, ohne den Phänomenen Eintrag zu thun.

Stickſtoffoxyd.

(Synonyme. Stickoxyd, Salpetergas, oxydirtes Salpeterſtoffgas. Lat. Gas azoticum oxydatum. Franz. Deutoxide d'Azote, gaz nitreux, oxide nitreux, oxide nitrique, oxide d'Azote.)

308. Eigenſchaften. Es iſt gasförmig, farblos, wahrſcheinlich auch ohne Geruch. Es wirkt nicht auf Lakmustinctur; ſeine ſpezif. Schwere iſt = 1,039.

Es löſcht brennende Körper aus und erregt bei den Thieren, welche man hineintaucht, eine plötzliche Lähmung. Man

kann ſelbſt Luft nicht ohne Gefahr athmen, in welcher ſich nur kleine Mengen dieſes Gaſes befinden. Sobald dieß Gas mit der Luft, oder beſſer, mit Sauerſtoff gemengt wird, geht es plötzlich in ſalpetrichte Säure über, welche als ſehr dunkelrothe Dämpfe erſcheint. Um ſich davon zu überzeugen, darf man nur dieſe Gasarten über Waſſer in einer Glocke mengen. Die Dämpfe erſcheinen ſogleich und verſchwinden dann wieder nach und nach in dem Maaße, als das Waſſer ſelbſt auf die gebildete ſalpetrichte Säure wirkt und dieſe abſorbirt. Man kann das Produkt permanent machen, wenn man die Gaſe in einem von Luft entleerten Ballon mengt und ihn vor der Berührung mit Waſſer ſchützt.

Das Stickſtoffoxyd wird durch die Wärme in ſalpetrichte Säure und in Stickſtoff zerſetzt, eben ſo wie das Stickſtoffoxydul.

309. Bereitung. Man erhält es immer, indem man Salpeterſäure mit Metallen behandelt. Um es vollkommen rein darzuſtellen, muß man ſich des Queckſilbers bedienen. Man bringt dieſes Metall in einen kleinen Ballon, gießt Salpeterſäure darüber, erwärmt gelinde und fängt das Gas über Waſſer mittelſt einer gekrümmten Röhre auf. Außer dem Stickſtoffoxyd, das entweicht, bildet ſich ſalpeterſaures Queckſilberoxydul oder Queckſilberoxyd.

Gewöhnlich zieht man aber das Kupfer dem Queckſilber vor, weil dieß Metall nicht ſo theuer iſt und der Prozeß Statt findet, ohne daß man nöthig hätte, die Temperatur zu erhöhen; doch iſt es in dieſem Fall ſchwer, die Erzeugung von etwas Stickſtoffoxydul zu verhüten. Sobald die Reaction vor ſich geht, ſteigt die Temperatur des Gemenges, und bald wechſelt die Natur der Gaſe ſo, daß man anſtatt Stickſtoffoxyd nur ein Gemenge von Stickſtoffoxyd und Stickſtoffoxydul erhält, in welchem am Ende das letztere Gas das vorherrſchende wird. Durch folgende Vorſichtsmaaßregeln kann man dieſem Übelſtand zuvorkommen. Man nimmt Salpeterſäure, wie ſie im Handel vorkommt, fügt anderthalb oder zweimal ihr Volum an Waſſer hinzu, und läßt das Gemenge erkalten. In einer Flaſche mit zwei Tubulaturen bringt man hierauf 40 oder 50 Gramme Kupferdrehſpäne. Auf die eine Tubulatur ſetzt man eine ge-

rade Röhre, auf die andere eine gebogene (pl. 4, Fig. 12). Man ſtellt dieſe Flaſche in eine Schüſſel voll kaltes Waſſer und gießt ungefähr 100 Gramme ſchwache Salpeterſäure durch die gerade Röhre hinzu. Die Reaktion findet ſogleich Statt, das Stickſtoffoxyd entwickelt ſich und die in der Flaſche enthaltene Luft wird röthlich. Nach und nach werden nun die gebildete ſalpetrichte Säure und der aus der Luft kommende Stickſtoff von dem ſich fortwährend bildenden Stickſtoffoxyd ausgetrieben. Daß es rein iſt, erkennt man daran, wenn es vollſtändig beim Schütteln mit einer Auflöſung von ſchwefelſaurem Eiſenoxydul abſorbirt wird. Wenn man das in der Schüſſel enthaltene kalte Waſſer immer wieder erneuert, ſobald es ſich erwärmt, ſo bildet ſich wenig oder kein Stickſtoffoxyd. Übrigens findet man in der Flaſche eine Auflöſung von ſalpeterſaurem Kupferoxyd. Folgendes iſt der Zahlenausdruck dieſer Reaction:

Angewendete Atome.		Erzeugte Atome.	
3 A. Kupfer	= 1187,07	2 At. Stickſtoffoxyd	= 377,04
4 At. waſſerfreie Salpeterſäure	= 2708,16	3 At. Salpeterſaures Kupferoxyd	= 3518,19
	3895,23		3895,23

310. Zuſammenſetzung. Das Stickſtoffoxyd wird aus gleichen Volumen Sauerſtoff und Stickſtoff ohne Verdichtung gebildet. Man analyſirt es auf dieſelbe Weiſe, wie das Stickſtoffoxydul; es beſteht aus:

1 At. Stickſtoff	= 88,52	oder	46,96
1 At. Sauerſtoff	= 100,00		53,04
2 At. Stickſtoffoxyd	= 188,52		100, 0

Unterſalpetrichte Säure.

(Synonyme. Lat. Acidum hyponitrosum. Franz. Acide hyponitreux.)

311. Dieſe Säure exiſtirt nur im Zuſtand der Verbindung mit ſalzfähigen Baſen. Sie bildet diejenigen Salze, welche ſonſt unter dem Namen der ſalpetrichtſauren bekannt waren und es iſt zu bedauern, daß dieſe Benennung nicht beibe-

halten wurde, denn die unterſalpetrichte Säure entſpricht der phosphorichten und nicht der unterphosphorichten Säure, wie ihr gegenwärtiger Name anzudeuten ſcheint. *)

Wir haben hier nur die Zuſammenſetzung dieſer Säure zu betrachten, weil man ſie in freiem Zuſtande gar nicht kennt. Gay-Luſſac hat dieſelbe genau ausgemittelt und ihm verdankt man eigentlich die Entdeckung dieſes Körpers, denn vor ihm hatte man darüber ſehr verworrene Kenntniſſe. Es bildet ſich dieſe Verbindung ſtets, wenn man Stickſtoffoxyd mit einer ſehr ſtarken Salzbaſe, die zuvor in Waſſer aufgelöſt wurde, in Berührung bringt. Die Reaktion iſt langſam, aber vollſtändig. Das Stickſtoffoxyd verwandelt ſich in Stickſtoffoxydul, welches frei bleibt und in unterſalpetrichte Säure, welche ſich mit der Baſe verbindet. Man wendet hierzu eine konzentrirte Kaliauflöſung an, bringt eine beſtimmte Gasmenge damit in Berührung über Queckſilber und läßt es ein oder zwei Monate ſtehen; dann findet man Stickſtoffoxydul im Rückſtand und unterſalpetrichtſaures Kali mit überſchüſſigem Kali in der Auflöſung. Hier folgen die Ergebniſſe des Experiments in Volumen oder Atomen:

	Angewendetes Stickſtoffoxyd	Übrigbleibendes Stickſtoffoxydul	Unterſalpetrichte Säure
Stickſtoff	100	50	50
Sauerſtoff	100	25	75

Man findet nämlich 50 Vol. Stickſtoffoxydul im Rückſtande, bei Anwendung von 200 Vol. Stickſtoffoxyd.

Dieſe Säure bildet ſich ebenfalls jedesmal, wenn Sauerſtoff mit einem Überſchuß von Stickſtoffoxyd und einer aufgelöſten mächtigen Salzbaſe in Berührung kommt. Man findet alsdann reines Stickſtoffoxyd im Rückſtand. Hier geht das Experiment raſch von Statten, indem die Reaction in einigen Minuten vollendet iſt. Folgendes ſind die Reſultate in Volumen oder Atomen:

*) Berzelius behielt dieſen Namen bei und nennt dieſe Säure, welche ganz ähnlich wie die phosphorichte Säure zuſammengeſetzt iſt d. h. aus 2 Atomen Radikal und 3 At. Sauerſtoff fortwährend ſal etrichte Säure. A. u. E.

Angewendete Atome.

6 At. Stickſtoffoxyd = { 3 At. Stickſtoff / 3 At. Sauerſtoff

1 At. Sauerſtoff

Erzeugte Atome.

2 At. Stickſtoffoxyd = { 1 At. Stickſtoff / 1 At. Sauerſtoff

1 At. Unterſalpetrichte Säure = { 2 At. Stickſtoff / 3 At. Sauerſtoff

Man erhält nämlich mit 6 Vol. Stickſtoffoxyd, einem Vol. Sauerſtoff und einer Kali-Auflöſung, unterſalpetrichtſaures Kali und 2 Vol. Stickſtoffoxyd als Rückſtand. Die unterſalpetrichte Säure iſt demnach gebildet aus:

2 At. Stickſtoff	=	177,04	oder	37,12
3 At. Sauerſtoff	=	300,00		62,88
1 At. Säure	=	477,04		100,00

Salpetrichte Säure.

(Synonyme. Lat. Acidum nitrosum. Franz. Acide nitreux.)

312. Mit dieſem Namen bezeichnet man eine Zuſammenſetzung, welche wir ſchon bei Gelegenheit der Angabe der Bereitung der Schwefelſäure erwähnt haben. Es wäre zweckmäßiger, ſie Unterſalpeterſäure zu nennen, analog mit der Unterphosphorſäure, denn wir werden ſehen, daß ihre Exiſtenz als beſondere Säure wenigſtens ſehr zweifelhaft iſt. Gerade wie die Unterphosphorſäure kann ſie ſich nicht mit Baſen verbinden und bildet mithin keine eigenthümlichen Salze; ſie wird ſelbſt vom Waſſer zerſtört und ſcheint nicht fähig, ſich unverändert mit den ſtarken Säuren verbinden zu können. Über ihre Eigenſchaften und Zuſammenſetzung walteten Zweideutigkeiten ob, welche jedoch Gay-Luſſac und Dulong ſehr gut aufgeklärt haben.

313. Phyſiſche Eigenſchaften. Sie iſt bei der gewöhnlichen Temperatur und dem gewöhnlichen Luftdruck flüſſig. Ihre Farbe wechſelt nach der Temperatur; bei 15° bis 28° C. iſt ſie orangegelb, bei 0° gelbbraun, bei — 10°

faſt farblos, und bei — 20° ganz farblos. Ihr Geſchmack iſt ſehr brennend, ihr Geruch ſtark, ihre Dichtigkeit 1,451; ſie röthet das Lakmus, vielleicht nur wegen ihrer Zerſetzung im Waſſer. Sie färbt die Haut gelb und zerſtört ſie im Augenblick.

Unter gewöhnlichem Druck kocht ſie bei 28° und verwandelt ſich in ein orangerothes Gas. Ihre Elaſtizität iſt daher ſtark genug, um rothe Dämpfe in der Atmosphäre zu verbreiten und allen mit ihr in Berührung kommenden Gasarten, ſogleich, ſelbſt bei ſehr niedriger Temperatur, eine orangerothe Farbe mitzutheilen.

314. Zuſammenſetzung. Die ſalpetrichte Säure iſt leicht zu analyſiren, wenn man ſie mit Kupfer bei erhöhter Temperatur zerſetzt; ſo machte es Dulong. Man gießt die Säure in eine Retorte, an welcher ſich eine Porzellanröhre befindet, worein man Kupferdraht oder Kupferſpäne gethan hat. An das andre Ende der Röhre befeſtigt man ein Gasleitungsrohr. Das Kupfer erhitzt man zum Glühen, läßt die die Säure langſam ſieden, wobei ſich ihr Dampf, indem er über das Kupfer ſtreicht, zerſetzt, welches letztre ſich oxydirt und den Stickſtoff frei läßt; man mißt das Stickgas und wägt das Kupfer nach dem Experiment, um die von dem abſorbirten Sauerſtoffgas herrührende Vermehrung an Gewicht zu beſtimmen.

Schon Gay-Luſſac hatte die Zuſammenſetzung der ſalpetrichten Säure durch ein ſehr ſcharfſinniges und genaues Verfahren beſtimmt und gleichzeitig die Zuſammenziehung ihrer Elemente feſtgeſtellt. Man nimmt einen kleinen Ballon und beſtimmt ſorgfältig ſeinen Inhalt; geſetzt nun dieſer ſey z. B. 400 Kubikcentimeter, ſo pumpt man die darin enthaltene Luft aus und läßt 200 Kubikcentimeter Stickſtoffoxyd hineintreten; hierauf bringt man ihn durch ſeinen Hahn mit einer, mit trockenem Sauerſtoff gefüllten Glocke in Verbindung. Das Stickſtoffoxyd wird ſchnell in ſalpetrichte Säure verwandelt werden und man wird nun ſehen, daß 400 Kubikcentimeter Sauerſtoffgas in den Ballon getreten ſind; dieſe Menge begreift ſowohl den verbundenen Sauerſtoff, ſo wie denjenigen, welcher das durch die Zuſammenziehung der

Elemente verſchwundene Gas erſetzt hat. Man macht nun das umgekehrte Experiment, indem man 100 Kubikcentimeter Sauerſtoff in den Ballon bringt und ihn dann in Verbindung ſetzt mit einer Glocke, welche trockenes Stickſtoffoxyd enthält. Es bildet ſich hier ebenfalls ſalpetrichte Säure und der Ballon wird dann 500 Kubikcentimeter Stickſtoffoxyd enthalten. Nun iſt im erſten Verſuch die Abſorption gleich 200 und geſchah durch 200 Stickſtoffoxyd; im zweiten iſt ſie ebenfalls = 200 und muß auch durch 200 deſſelben Gaſes, welches in die Verbindung eingegangen iſt, entſtanden ſeyn; da man aber nur 100 Sauerſtoff angewendet hat, ſo muß die gebildete Säure von 200 Stickſtoffoxyd und 100 Sauerſtoff, — die zu 100 condenſirt ſind, — entſtanden ſeyn und iſt demnach gebildet aus 100 Stickſtoff und 200 Sauerſtoff, zu 100 condenſirt, wenn man von der Zuſammenſetzung des Stickſtoffoxyd's ausgeht, nämlich aus

1 At. Stickſtoff	= 88,52	oder	30,69
2 At. Sauerſtoff	= 200,00		69,31
1 At. Salpetrichte Säure	= 288,52		100,00

Dieſe Zuſammenſetzung kann man auch ſo darſtellen:

1 At. Salpeterſäure	= 2 At. Stickſt. + 5 At. Sauerſt.
1 At. Unterſalpetrichte Säure	= 2 At. Stickſt. + 3 At. Sauerſt.
	4 At. Stickſt. + 8 At. Sauerſt.

Dieß ſtimmt auch mit allen ihren Eigenſchaften überein.

315. Chemiſche Eigenſchaften. Trocknes Sauerſtoffgas wirkt nicht darauf; eben ſo wenig Chlor, Brom und Jod. Phosphor und Schwefel zerſetzen ſie ſchnell unter Beihülfe der Wärme und gehen in Phosphorſäure und ſchweflichte Säure über. Einige Waſſerſtoffſäuren entziehen ihr den Sauerſtoff; andere hingegen wirken nicht darauf; dieß iſt der Fall bei der Chlorwaſſerſtoffſäure und der Bromwaſſerſtoffſäure. Die Jodwaſſerſtoffſäure, Schwefelwaſſerſtoffſäure und Selenwaſſerſtoffſäure werden aber zerſetzt und geben Waſſer, Jod, Schwefel und Selen. Eben ſo verhält es ſich mit Phosphorwaſſerſtoffgas im Minimum und im Maximum, welche ſich bei der Berührung mit dieſer Säure in Dampfform raſch entzünden und heftige Detonationen her-

vorbringen. Die Produkte dieſer verſchiedenen Reaktionen ſind leicht voraus zu ſehen.

Die konzentrirte Schwefelſäure verbindet ſich raſch damit und bildet eine kryſtalliniſche Zuſammenſetzung, deren Eigenſchaften wir ſchon kennen gelernt haben. Die Einwirkung der Schwefelſäure wurde ſchon beſchrieben (167). Die Salpeterſäure löſt ſie auf ohne ſie zu verändern und nimmt je nach dem Grad der Konzentration verſchiedene Farben an. Gay-Luſſac, dem man dieſe Verſuche verdankt, hat gefunden, daß die konzentrirte Säure, wenn ſie 1,510 wiegt, viel davon abſorbirt und eine braune Farbe annimmt; wiegt ſie 1,41, ſo abſorbirt ſie weniger und wird gelb; noch weniger abſorbirt ſie bei 1,32 ſpez. Gewicht und wird dann grün; endlich wirkt die von 1,15 oder die noch ſpezifiſch leichtere faſt nur wie Waſſer darauf. Fügt man Waſſer zu den dichten, ſchon mit ſalpetrichter Säure geſättigten Säuren, ſo verlieren ſie davon einen Theil und nehmen die ihrer neuen Dichtigkeit entſprechenden Farben an. So kann man die Säure nach Willkühr braun, gelb, grün und endlich weiß machen. Eben ſo kann man ſie, indem man konzentrirte Schwefelſäure zur grünen Säure gießt, ſie wieder gelb und braun machen, in dem Verhältniß als ihre Dichtigkeit zunimmt. Daraus folgert Gay-Luſſac, daß die beobachteten Farben der Dichtigkeit der Flüſſigkeit, worin ſie entſtehen, zuzuſchreiben ſind.

Sobald man ſalpetrichte Säure in Dampfform über trockenen Baryt bei der gewöhnlichen Temperatur gehen läßt, ſo wird die Säure langſam abſorbirt; aber bei 200° C. iſt die Abſorption ſehr lebhaft, es tritt ein plötzliches Glühen ein und es erzeugt ſich ſalpeterſaurer und unterſalpetrichtſaurer Baryt; es iſt dieſe Erſcheinung in doppelter Hinſicht merkwürdig, indem die Säure hier wie eine Verbindung aus Salpeterſäure und unterſalpetrichter Säure wirkt und die beiden Salze ſich bei einer viel höhern Temperatur erzeugen, als diejenige iſt, welche ſie zerſetzen würde, wenn ſie einmal gebildet ſind. Um die Wirkung der waſſerhaltigen Baſen zu verſtehen, muß man zuvor die Wirkung des Waſſers unterſuchen.

316. Die Wirkung des Waſſers auf dieſen Körper iſt ſehr merkwürdig. Wenig Säure und viel Waſſer ſchnell zuſammengemiſcht, bewirkt eine vollſtändige Zerſetzung, wobei Stickſtoffoxyd entweicht in Salpeterſäure aufgelöſt bleibt; dieß muß in allen Fällen geſchehen, weil die unterſalpetrichte Säure ſelbſt durch das Waſſer in Stickſtoffoxyd und Salpeterſäure zerſetzt wird. Doch da dieſe letztere die ſalpetrichte Säure auflöſen kann, ſo begreift man leicht, daß, wenn man das Gemenge aus viel Säure und wenig Waſſer bilden wollte, ſich kein Gas entwickeln würde und man dann nach Willkühr braune, gelbe oder grüne Salpeterſäure erhalten würde, da das hinzugefügte Waſſer eine mit ſeiner Quantität in Verhältniß ſtehende Zerſetzung hervorbringt.

Mit konzentrirter Kaliauflöſung finden verwickelte Erſcheinungen Statt. Die urſprüngliche Wirkung beſteht ohne Zweifel in der Bildung von entſprechenden Quantitäten von ſalpeterſaurem und unterſalpetrichtſaurem Kali; das überſchüſſige Waſſer der Kaliauflöſung aber wirkt ſo auf die ſalpetrichte Säure, daß ſie ſich zum Theil in Salpeterſäure und in Stickſtoffoxyd verwandelt, woraus eine neue Quantität ſalpeterſaures Kali und eine Entwicklung von Stickſtoffoxyd hervorgeht, die in der That immer geringer iſt, als diejenige, welche aus der Wirkung des Waſſers hervorgehen würde.

317. Die Wirkung des trockenen Ammoniaks kennt man noch nicht. Im flüſſigen Zuſtand wirkt dieſer Körper kräftig, erzeugt ſalpeterſaures Ammoniak, Stickſtoffoxyd und Stickſtoff; dieſer komplizirte Prozeß iſt leicht zu begreifen, wenn man bedenkt, daß das unterſalpetrichtſaure Ammoniak nur einige Augenblicke beſtehen kann und ſich in Waſſer und Stickſtoff verwandelt. Das Waſſer, welches das Ammoniak in Auflöſung hielt, verwandelt ſeiner Seits einen Theil der ſalpetrichten Säure in Salpeterſäure und Stickſtoffoxyd. Alle dieſe Prozeſſe gehen zu gleicher Zeit vor ſich und die Zerſetzung des unterſalpetrichtſauren Salzes, welche plötzlich geſchieht, rührt vielleicht von der erhöhten Temperatur her, welche die Reaktion bewirkt.

Da man die hauptſächlichen Reaktionen der ſalpetrichten Säure ſo leicht und einfach erklären kann, wenn man ſie als eine zuſammengeſetzte Säure betrachtet, ſo wäre es äuſſerſt wichtig, die Verbindung der Schwefelſäure und ſalpetrichten Säure einer ſorgfältigen Prüfung zu unterwerfen, da dieſe Verbindung bei der Gewinnung der Schwefelſäure eine ſo bedeutende Rolle ſpielt. Gewiß iſt es, daß in Beziehung auf Zuſammenſetzung und ihre wenig gekannten Eigenſchaften noch manches problematiſch iſt, welches eine nähere aufmerkſame Unterſuchung verdiente.

318. Bereitung. Nichts iſt leichter als die Bereitung der ſalpetrichten Säure. Zu ihrer Bildung reicht, nach der Angabe von Gay-Luſſac und Dulong, die Zerſetzung eines trocknen ſalpeterſauren Salzes mittelſt des Feuers hin, wenn daſſelbe nur kein Alkalimetall enthält. Das ſalpeterſaure Blei verdient im Allgemeinen den Vorzug, wegen der Leichtigkeit daſſelbe trocken zu erhalten. Man pulveriſirt dieſes Salz, ſetzt es einige Zeit in einer Schale einer Hitze von ungefähr 120 bis 150° C. aus und bringt es dann in eine kleine mit Thon beſchlagene Retorte. Der Schnabel dieſer Retorte läuft in eine U förmig gebogene Röhre aus, deren Krümmung von einem Gemenge aus Eis und Kochſalz umgeben iſt, welches ſeine Temperatur bei ungefähr 20° unter Null erhält. Die gekrümmte Röhre endigt ſich in eine Spitze, um dem durchtretenden Dampf oder Gas einigen Widerſtand zu leiſten. Man erhitzt die Retorte; das ſalpeterſaure Salz wird zerſetzt; da ſeine Säure kein Waſſer findet, ſo wird ſie zerſtört und in ſalpetrichte Säure und Sauerſtoff verwandelt; letzterer entweicht und erſterer verdichtet ſich völlig in der Krümmung. Das Bleioxyd bleibt in der Retorte zurück.

Salpeterſäure.

(Synonyme. Salpetergeiſt, Scheidwaſſer. Lat. **Acidum nitricum, aqua fortis.** Franz. **Acide nitrique, eau forte.**)

319. Die Salpeterſäure iſt die ſauerſtoffreichſte unter allen Sauerſtoffverbindungen des Stickſtoffs. Ihr Name,

welcher auch Einfluß auf die Namenbildung aller übrigen bisher betrachteten Verbindungen des Stickſtoffs hatte, entfernt ſich von den gewöhnlichen Regeln der Nomenklatur und ſteht als ein ſtetes Zeugniß der Hinderniſſe da, welche Lavoiſier zu beſiegen hatte, als er das alte Gebäude der Chemie umſtürzen wollte. Durch eine unglückliche Nachgiebigkeit, welche er für nöthig erachtete, wurde der Name der Stickſtoffſäure ſtatt von ihrer wirklichen Grundlage, vom alten Namen des ſalpeterſauren Kali's, oder wie man es damals nannte, von Salpeter oder Salpeterſalz gebildet. Hievon rühren die Namen ſalpetrichte Säure, Salpeterſäure, ſalpeterſaures Salz ꝛc. her, welche um ſo mehr in unſerer gegenwärtigen Nomenklatur auffallen, weil ſie faſt die einzigen der Art ſind und für ihre unregelmäßige Bildung ſich kein einleuchtender Grund findet. Es wäre einmal Zeit, daß die Chemiker dieſe Benennungen der allgemeinen Regel unterwürfen und die dem guten Geſchmack und der Logik zuwiderlaufenden in gemeinſamer Übereinſtimmung abſchafften.

Die Salpeterſäure war ſeit langer Zeit bekannt, ohne daß man ihre Zuſammenſetzung gewußt hätte, bis Cavendish endlich durch ein ſehr merkwürdiges Experiment ihre wahre Natur erkannte und ſelbſt das quantitative Verhältniß ihrer Elemente ziemlich genau beſtimmte. Er machte über Queckſilber ein Gemenge von atmoſphäriſcher Luft und Sauerſtoffgas, worein er etwas Waſſer mit aufgelöſtem Kali brachte. Er unterwarf dieß Gasgemenge der fortgeſetzten Einwirkung einer Menge elektriſcher Funken und fand, daß ein Theil Sauerſtoff und ein Theil Stickſtoff nach und nach verſchwanden, indem ſich das Waſſer mit ſalpeterſaurem Kali ſchwängerte und daß folglich die Salpeterſäure aus Stickſtoff und Sauerſtoff gebildet ward.

In einem im Großen ausgeführten und einen Monat lang fortgeſetzten Experiment, wobei man alle Umſtände in Rechnung brachte, ſo viel dieß nämlich zu jener Zeit geſchehen konnte, wo die Berichtigungen, welche die Temperatur und Spannung des Waſſerdampfes in dem Volum der Gaſe nothwendig machen, noch nicht genau bekannt waren, fand man,

daß die Gasarten im Verhältniß von 1 Vol. Stickſtoff und 2,3 Sauerſtoff verſchwunden waren. Man weiß jetzt, daß jedes Volum Stickſtoff 2,5 Sauerſtoff aufnimmt, um die Salpeterſäure zu bilden und der Unterſchied, welcher nur $\frac{1}{12}$ am Sauerſtoff beträgt, rührt ohne Zweifel mehr von der Unreinheit dieſer Gasart oder den Rechnungsfehlern her, als von einem wirklichen Fehler bei Anſtellung des Experiments, wobei man ſehr ſorgfältig zu Werke ging. Nachdem dieſe Zuſammenſetzung bekannt war, ſo wurde man dadurch in den Stand geſetzt, eine Menge bereits unterſuchter Phänomene genauer zu erklären; und da um dieſelbe Zeit Berthollet die wahre Zuſammenſetzung des Ammoniaks erkannte, ſo gewann die Geſchichte des Stickſtoffs und ſeiner verſchiedenen Verbindungen plötzlich einen hohen Grad von Beſtimmtheit und Klarheit.

320. Eigenſchaften. Wir kennen die Salpeterſäure nicht in waſſerfreiem Zuſtand. Die reinſte, welche wir uns verſchaffen können, hat immer noch 14 oder 15 Prozent Waſſer; es iſt eine wahre chemiſche Verbindung von Waſſer und Salpeterſäure in beſtimmtem Verhältniß.

In dieſem Zuſtand iſt die Salpeterſäure flüſſig, weiß, mit eigenthümlichem Geruch begabt, raucht ſtark an der Luft und wirkt ſehr ſtark und ätzend auf das Geſchmacksorgan; die Haut wird faſt augenblicklich desorganiſirt und es erzeugen ſich gelbe Flecken darauf. Eben ſo wirkt ſie auf alle animaliſche Gewebe; im konzentrirten Zuſtand iſt ſie daher eines der heftigſten Gifte, ob man ſie gleich mit Waſſer verdünnt, ohne Gefahr innerlich nehmen kann. Sie röthet das Lakmuspapier ſtark; ihre ſpezifiſche Schwere iſt nach Kirwan 1,554; Gay-Luſſac fand ſie nur zu 1,510 bei 18° C und Thenard 1,513. Sie kocht bei ohngefähr 86°, unter einem Druck von O, 76 Meter; bei 50° unter O erſtarrt ſie zu einer gelblichen Maſſe von der Konſiſtenz der Butter.

Unterwirft man ſie der Einwirkung der Glühhitze, ſo zerſetzt ſie ſich faſt gänzlich in ſalpetrichte Säure und Sauerſtoff. Das Licht bewirkt den nämlichen Effect. Die Säure iſt in reinem Zuſtande farblos, wird ſie aber einige Minu-

ten dem directen Einfluß der Sonnenſtrahlen ausgeſetzt, ſo färbt ſie ſich gelb, wie dieß immer der Fall iſt, wenn ſie ſalpetrichte Säure enthält, ſelbſt im konzentrirten Zuſtande. Wird ſie dem Sonnenlichte anhaltend ausgeſetzt, ſo kann man Sauerſtoff daraus erhalten, aber die ſalpetrichte Säure bleibt immer in Auflöſung; es tritt dann ein Zeitpunkt ein, wo die Reaktion aufhört, indem die zurückbleibende Säure durch das Waſſer, welches durch den zerſetzten Theil der Säure gebildet wird, ſchwächer wird. Gay-Luſſac bewies, daß die verdünnte Säure bei einer Dichtigkeit von 1,32 nicht mehr vom Licht verändert wird. Der Sauerſtoff wirkt nicht auf ſie, eben ſo wenig die Luft. Das Chlor, Brom, und Jod ändern ſie ebenfalls nicht.

Der Waſſerſtoff dagegen zerſetzt ſie leicht. Es bildet ſich Waſſer und der Stickſtoff wird frei. Die Reaktion iſt ſo lebhaft, daß man vermeiden muß, das Gemenge von Waſſerſtoff und Salpeterſäure in Dampfform der Glühhitze auszuſetzen, indem ſonſt heftige Exploſionen erfolgen könnten.

Schwefel und Phosphor zerſetzen ſie ebenfalls bei der Siedhitze. Es erzeugt ſich Schwefelſäure oder Phosphorſäure; zugleich mit dem Schwefel wird Stickſtoffoxyd und mit dem Phosphor daſſelbe nebſt Stickſtoffoxydul und Stickſtoff frei. Die Einwirkung des Phosphors iſt weit lebhafter als die des Schwefels (250).

321. Die Wirkung der Chlorwaſſerſtoffſäure und Fluorwaſſerſtoffſäure auf ſie werden wir ſpäter betrachten (335, 336). Die Bromwaſſerſtoffſäure, Jodwaſſerſtoffſäure, Schwefelwaſſerſtoffſäure und Selenwaſſerſtoffſäure, in Waſſer aufgelöſt oder in gasförmigen Zuſtand, werden durch die Salpeterſäure in der Kälte zerſetzt. Es bildet ſich Waſſer, Stickſtoffoxyd und Brom entwickelt ſich, oder es ſetzt ſich ſchnell Jod, Schwefel und Selen ab. Die Wirkung des Waſſerſtoff-Schwefels muß eben ſo ſeyn, wie die des Phosphorwaſſerſtoffgaſes im Minimum und Maximum.

Die Salpeterſäure verwandelt die unterphosphorichte, phosphorichte und Unterphosphor-Säure in Phosphorſäure. Die Wirkung geſchieht jedoch erſt in der Siedhitze, wobei Stickſtoffoxyd entweicht.

Mit Hülfe der Wärme wird die Salpeterſäure durch ſchweflichte Säure zerſetzt; dieſe verwandelt ſich dabei in Schwefelſäure, jene in ſalpetrichte Säure.

Wenn man dieſe verſchiedenen Reaktionen kennt, ſo ſind faſt alle übrigen leicht voraus zu ſehen; ſo wirkt z. B. dieſe Säure auf Jodſchwefel, indem ſie den Schwefel ſäuert und das Jod in Freiheit ſetzt ꝛc.

322. Unter den übrigen bereits aufgeführten Körpern bietet nur einer merkwürdige Erſcheinungen dar; dieß iſt das Stickſtoffoxyd. Dieß Gas wird von der konzentrirten Salpeterſäure ſchnell abſorbirt, die dadurch, gerade wie wenn man ſie mit ſalpetrichter Säure miſcht, braun gefärbt wird; wirklich entwickelt ſich beim Erhitzen auch viel ſalpetrichte Säure und kein Stickſtoffoxyd, woraus man ſieht, daß die Säure theilweiſe zerſetzt wurde und daß ſie, indem ſie ſelbſt in ſalpetrichte Säure übergieng, dem Stickſtoffoxyd die nothwendige Sauerſtoffmenge abgab, um ebenfalls letztere zu bilden. Der Erfolg iſt hinſichtlich der Intenſität verſchieden, je nachdem Konzentrationsgrad der Säure; wiegt die Säure 1,15, ſo wirkt ſie nicht auf das Stickſtoffoxyd, bei 1,32 abſorbirt ſie etwas davon und wird grün, bei 1,41 nimmt ſie mehr davon auf und wird gelb, bei 1,510 endlich wird ſie braun und abſorbirt noch mehr von Stickſtoffoxydgas. Gießt man dieſe Auflöſungen in Waſſer, ſo wird ſalpetrichte Säure und Stickſtoffoxyd frei und die Flüſſigkeit, welche nur reine Salpeterſäure enthält, erſcheint farblos (316).

Verſucht man das Waſſer aus der Salpeterſäure zu entfernen, ſo verwandelt ſie ſich ſtets in Sauerſtoff und ſalpetrichte Säure, wenn man ſie mit dem 4 oder 5fachen Gewicht konzentrirter Schwefelſäure mengt und erhitzt, ſo entweichen ſogleich aus dem Gemenge rothe ſalpetrichtſaure Dämpfe, welche mit Sauerſtoff gemengt ſind.

323. Die Wirkung des Waſſers auf Salpeterſäure bietet ſehr beachtungswerthe Erſcheinungen war. Mengt man beide miteinander, ſo wird Wärme frei, jedoch weniger als bei der Mengung mit Schwefelſäure. Je nachdem man mehr oder weniger Waſſer hinzufügt, kann man nach Will-

führ die Beſtändigkeit der Salpeterſäure auf eine wirklich erſtaunliche Weiſe vermehren oder vermindern.

Prouſt bemerkte, und ich ſelbſt habe ſeinen Verſuch mit Erfolg wiederholt, daß die Säure bei einem Gewicht von 1,48 eine Beſtändigkeit beſitzt, die größer iſt als die einer ſtärkern oder ſchwächern. So oxydirt die Salpeterſäure in ihrem gewöhnlichen Konzentrationszuſtand, welcher geringer iſt, das Zinn, das Eiſen und den Zink ſehr raſch. Die Wirkung iſt ſo lebhaft, daß die Temperatur ſelbſt ſchon bei einigen Grammen ſich weit über 100° erhebt, und daß die Säure, indem ſie allen ihren Sauerſtoff abgiebt, großentheils in Stickſtoff ſich verwandelt. Macht man das Experiment in einer Flaſche und ſammelt die Gaſe, ſo muß man dabei ſehr vorſichtig ſeyn, um Exploſionen zu vermeiden, denn die Entwickelung geht ſehr raſch von Statten.

Wer würde demnach aber glauben, daß die Säure von 1,48 Eigengewicht, ſo zu ſagen ohne alle Wirkung auf dieſe Metalle iſt? Wirklich goß ich oftmals Säure von dieſer Beſchaffenheit auf ganz reines und feinzertheiltes Zinn, ohne daß es nach 15 oder 20 Minuten das Geringſte von ſeinem Glanz verloren hatte; auch hatte ſich dabei nichts entwickelt. Wurden dagegen einige Tropfen Waſſer hinzugegoſſen, ſo zeigte ſich die Wirkung plötzlich mit gewöhnlicher Heftigkeit. Alſo bei einer Säure von 1,45 oder 1,510 erfolgte ſehr lebhafte Reaktion, bei 1,48 gar keine.

Übrigens iſt aber zu bemerken, daß ſelbſt die Säure, von 1,48 nachdem ſie kürzere oder längere Zeit mit dem Metall in Berührung geſtanden, endlich wie gewöhnlich reagirt. Die Wirkung begann gewöhnlich nach meinen Verſuchen erſt nach Verlauf einer halben Stunde; da aber das Gemenge der Berührung der Luft ausgeſetzt war, ſo iſt es möglich, daß die Säure ſich verdünnte, indem ſie Feuchtigkeit aus derſelben anzog. Wie dem auch ſeyn mag, die Thatſache iſt, wenn man nur die Langſamkeit der Wirkung betrachtet, darum nicht weniger merkwürdig. Es iſt ſchwierig, dieß jetzt zu erklären, aber wir werden ſehen, daß ſich bei der Bereitung der Salpeterſäure im Großen Erſcheinungen zei-

gen, die, wenn man dieß nicht berückſichtigt, ſchwer zu erklären ſind.

324. Nicht weniger merkwürdig ſind die Erſcheinungen, welche bei dem Kochen der Säure eintreten, wenn ſie mehr oder weniger mit Waſſer verdünnt iſt. Wir haben ſchon erwähnt, daß die reine Säure bei 86° C kocht; verſucht man aber ſie zu deſtilliren, ſo verflüchtigt ſich ein Theil davon wirklich, ein andrer Theil zerſetzt ſich in ſalpetrichte Säure und Sauerſtoff, während das Waſſer der letztern von der übrig bleibenden Säure abſorbirt wird. Der Siedepunct erhebt ſich allmählig bis zu 120° oder 122° C, wo er dann unveränderlich derſelbe bleibt, bis alle Säure überdeſtillirt iſt. Wenn man dagegen die Säure mit viel Waſſer verdünnt und ſie erhitzt, ſo erhöht ſich der Siedepunkt, der anfänglich bei 103° oder 104° war, allmählig bis zu 120° und 122°, wo er dann ſtehen bleibt. In dieſem Fall aber wird das Waſſer zum Theil entwichen ſeyn. Wir finden hier die nämlichen Erſcheinungen, wie bei der Schwefelſäure.

Hier iſt eine Tabelle, nach Dalton, für die verſchiedenen Grade des Siedepunkts der Salpeterſäure

Dichtigkeit		Siedepunkt	
1,51	. . . .	86° C	Thénard
1,50	. . . .	99	Dalton
1,45	. . . .	115	Derſelbe
1,42	. . . .	120	—
1,40	. . . .	119	—
1,35	. . . .	117	—
1,30	. . . .	113	—
1,20	. . . .	108	—
1,15	. . . .	104	—

Nach Dalton ſcheint es ſelbſt, daß der bis auf 104 geſtiegene Siedepunk durch Zuſatz von etwas Waſſer wieder bis auf 105° ſteigen könnte; ſetzt man noch mehr Waſſer hinzu, ſo fällt er wider auf 104°. Dieſe Thatſache ſcheint nicht unmöglich zu ſeyn, bedarf aber noch weitere Beſtätigung.

325. Die Dichtigkeit der Salpeterſäure nimmt in dem Maaße ab, als man ſie mit Waſſer verdünnt, obſchon das Waſſer ſelbſt eine Verdichtung erfährt, wenn es mit der

Säure zuſammengemengt wird. Folgende Tabelle zeigt das Verhältniß zwiſchen dieſer Dichtigkeit und der vorhandenen Säuremenge.

Tabelle der Reichhaltigkeit der Salpeterſäure zu verſchiedenen Dichtigkeitsgraden bei 19° C.

Dichtigkeit	Waſſerfreie Säure in 100 Theilen.	Name des Beobachters
1,513	85,7	Berechnet
1,498	84,2	Thénard
1,478	72,9	Derſelbe
1,434	62,9	—
1,422	61,9	—
1,376	51,9	—

Man kann auf dieſe Berechnungen bauen, was ich nicht eben ſo gewiß von der folgenden vom Dr. Ure entlehnten Tabelle behaupten möchte. Sie iſt zwar viel vollſtändiger, aber es iſt möglich, daß die als Maasſtab angewendete Säure nicht gehörig konzentrirt und vielleicht nicht ganz rein war. Die Temperatur bei dieſen Verſuchen war 15,5°.

Dichtigkeit.	Prozente waſſerfreier Säure.	Prozente flüſſiger Säure zu 1,500.	Dichtigkeit.	Prozente waſſerfreier Säure.	Prozente flüſſiger Säure zu 1,500.
1,5000	79,700	100	1,3323	45,429	57
1,4980	78,903	99	1,3270	44,632	56
1,4960	78,106	98	1,3216	43,835	55
1,4940	77,309	97	1,3163	43,038	54
1,4910	76,512	96	1,3110	42,241	53
1,4880	75,715	95	1,3056	41,444	52
1,4850	74,918	94	1,3001	40,647	51
1,4820	74,121	93	1,2947	39,850	50
1,4790	73,324	92	1,2887	39,053	49
1,4760	72,527	91	1,2826	38,256	48
1,4730	71,730	90	1,2765	37,459	47
1,4700	70,933	89	1,2705	36,662	46
1,4670	70,136	88	1,2644	35,865	45
1,4640	69,339	87	1,2583	35,068	44
1,4600	68,542	86	1,2523	34,271	43
1,4570	67,745	85	1,2462	33,474	42
1,4530	66,948	84	1,2402	32,677	41
1,4500	66,155	83	1,2341	31,880	40
1,4460	65,354	82	1,2277	31,083	39
1,4424	64,557	81	1,2212	30,286	38
1,4385	63,760	80	1,2148	29,489	37
1,4346	62,963	79	1,2084	28,692	36
1,4306	62,166	78	1,2019	27,895	35
1,4269	61,369	77	1,1958	27,098	34
1,4228	60,572	76	1,1895	26,301	33
1,4189	59,775	75	1,1833	25,504	32
1,4147	58,978	74	1,1770	24,707	31
1,4107	58,181	73	1,1709	23,900	30
1,4065	57,384	72	1,1648	23,113	29
1,4023	56,587	71	1,1587	22,316	28
1,3978	55,790	70	1,1526	21,519	27
1,3945	54,993	69	1,1465	20,722	26
1,3882	54,196	68	1,1403	19,925	25
1,3833	53,399	67	1,1345	19,128	24
1,3783	52,602	66	1,1286	18,331	23
1,3732	51,805	65	1,1227	17,534	22
1,3681	51,068	64	1,1168	16,737	21
1,3630	50,211	63	1,1109	15,940	20
1,3579	49,414	62	1,1051	15,143	19
1,3529	48,617	61	1,0993	14,346	18
1,3477	47,820	60	1,0935	13,549	17
1,3427	47,023	59	1,0878	12,752	16
1,3376	46,226	58	1,0821	11,955	15

Dichtigkeit.	Prozente waſſerfreier Säure.	Prozente flüſſiger Säure zu 1,500.	Dichtigkeit.	Prozente waſſerfreier Säure.	Prozente flüſſiger Säure zu 1,500.
1,0764	11,158	14	1,0375	5,579	7
1,0708	10,361	13	1,0320	4,782	6
1,0651	9,564	12	1,0267	3,985	5
1,0595	8,767	11	1,0212	3,188	4
1,0540	7,970	10	1,0159	2,391	3
1,0485	7,173	9	1,0106	1,594	2
1,0430	6,376	8	1,0053	0,797	1

326. Zuſammenſetzung. Wir erwähnten ſchon, wie Cavendish dazu kam, ſie annähernd zu beſtimmen. Gay-Luſſac verdanken wir die Entdeckung des Verhältniſſes, welches zwiſchen Stickſtoff und Sauerſtoff, ſowohl in dieſer Verbindung als in der ſalpetrichten und unterſalpetrichten Säure beſteht; auf folgende Weiſe beſtimmte er genau die Zuſammenſetzung der Salpeterſäure. Er ſetzte Stickſtoffoxyd über Waſſer mit einem Überſchuß von Sauerſtoff in Berührung. Das Stickſtoffoxyd verwandelt ſich in ſalpetrichte Säure; dieſe wird durch das Waſſer in Salpeterſäure umgeändert, welche aufgelöſt bleibt und in Stickſtoffoxyd, welches entweicht. Da letzteres Sauerſtoff vorfindet, ſo wird es wieder zur ſalpetrichten Säure, welche von Neuem aufs Waſſer wirkt und ſo fort, bis alles vorhandene Oxyd in Salpeterſäure verwandelt iſt. Man macht dieß Experiment in einer Röhre, die mit Waſſer angefüllt iſt, worein man die gemeſſenen Gasarten treten läßt. Man muß das Schütteln vermeiden; nach einigen Minuten iſt die ganze Operation beendigt. Man unterſucht nun, ob das Product wirklich reine Salpeterſäure iſt, indem man ſieht, ob es das rothe ſchwefelſaure Mangan entfärbt. Dieß Salz wird durch die Salpeterſäure nicht verändert; durch die ſalpetrichte Säure aber wird es ſchnell wieder in weißes ſchwefelſaures Oxydul umgewandelt.

Beobachtet man alle dieſe Vorſichtsmaaßregeln, ſo findet man daß 200 Theile Stickſtoffoxyd und 300 Sauerſtoff 159 Theile Sauerſtoff als Rückſtand laſſen. Die Salpeter-

ſäure wird alſo aus 100 Stickſtoff und 250 Sauerſtoff gebildet, oder:

2 At. Stickſtoff	= 177,02	oder	26,15
5 At. Sauerſtoff	= 500,00		73,85
1 At. Salpeterſäure	= 677,02		100,00

Die wäſſerige Salpeterſäure beſteht aus:

1 At. waſſerfreier Salpeterſäure	= 677,02	oder	85,75
2 At. Waſſer	= 112,48		14,25
	789,50		100,00

Dieß iſt die reinſte, welche man ſich verſchaffen kann.

327. Bereitung. Die Salpeterſäure wird immer aus ſalpeterſaurem Kali gewonnen,, indem man dieß Salz mit konzentrirter Schwefelſäure bei erhöhter Temperatur behandelt. Die Schwefelſäure bemächtigt ſich des Kalis, bildet neutrales oder ſaures ſchwefelſaures, feſtes und waſſerfreies Kali, während die Salpeterſäure ſich des Waſſers bemächtigt, welches die Schwefelſäure enthielt und in Dämpfen entweicht, die man in den Vorlagen auffängt.

Das Verfahren iſt ſowohl in den Laboratorien wie in den Fabriken daſſelbe, nur mit dem Unterſchiede, daß in beiden Fällen verſchiedene Apparate angewendet werden.

In den Laboratorien bringt man 6 Theile Salpeter und 4 Theile Schwefelſäure, wie ſie im Handel vorkommt, in eine Glasretorte und macht dieſe nur zur Hälfte voll.

Man gießt durch eine lange Röhre die Säure in den Bauch der Retorte, um zu verhindern, daß ſie nicht am Retortenhals herabrinnt; denn in dieſem Fall würde immer ein Theil an den Wänden hängen bleiben und bei dem ſo vorgerichteten Apparat würde ſie ſich ſogar mit der Salpeterſäure mengen und dieſe verunreinigen. Man erhitzt die Retorte über freiem Feuer, bringt aber zuvor ihren Hals in einen tubulirten Rezipienten, der mit einem Sicherheitsrohr verſehen iſt, an welchem ſich eine Kugel befindet, um die Gaſe auffangen zu können.

Sobald man die Säure auf das ſalpeterſaure Kali gegoſſen hat, ſieht man einen leichten rothen Dampf erſcheinen, welcher von der Entwicklung der ſalpetrichten Säure herrührt; beim Erhitzen gelangt das Gemenge zum Schmelzen;

der rothe Dampf zerſtreut ſich bald und wird durch weiße Dämpfe erſetzt, deren Erzeugung lange dauert; gegen das Ende der Operation aber kommen ſtatt dieſer wieder rothe Dämpfe zum Vorſchein, die ſehr reichlich ſind: die Maſſe ſteigt auf und würde in den Hals der Retorte treten, wenn man das Feuer nicht mäßigte. Man kann dann ſicher ſeyn, daß die Operation beendigt iſt.

328. Es iſt leicht, ſich von dieſen verſchiedenen Erſcheinungen Rechenſchaft zu geben, wenn man ſich der Wirkung erinnert, welche die Schwefelſäure auf die Salpeterſäure ausübt. Wir wiſſen, daß ſie dieſelbe in ſalpetrichte Säure und Sauerſtoff verwandelt. Zu Anfang der Operation iſt erſt ſehr wenig Säure frei geworden, weil nur eine kleine Partie ſalpeterſaures Kali angegriffen war. Dieſe Säure iſt mit viel noch freier konzentrirter Schwefelſäure in Berührung; ſie muß alſo ſich zum Theil zerſetzen und rothe Dämpfe von ſalpetrichter Säure gemengt mit Sauerſtoff liefern. Sobald der Salpeter geſchmolzen iſt, wird die Berührung inniger; die Schwefelſäure verbindet ſich mit dem Kali und giebt ihr Waſſer an die Salpeterſäure ab, welche alsdann vorherrſcht und ſo der Einwirkung der überſchüſſigen Schwefelſäure entgeht. Nur die Salpeterſäure entweicht dann in Geſtalt von weißen Dämpfen; da ſich aber die Salpeterſäure fortwährend entwickelt, dagegen die überſchüſſige Schwefelſäure in der Retorte bleibt, ſo tritt ein Zeitpunkt ein, wo dieſe letztere wieder vorherrſchend wird, und dann fängt die Zerſetzung der Salpeterſäure wiederum an, um nicht mehr aufzuhören. Die rothen Dämpfe erzeugen ſich von Neuem, werden ſehr intenſiv und erſcheinen bis ans Ende der Operation ohne Unterlaß.

Würde man mit Waſſer verdünnte Schwefelſäure anwenden, ſo würden ſich keine braunrothen Dämpfe bilden, ausgenommen nur ſolche, welche von der geringen Menge Kochſalz, welche der Salpeter enthält, herrühren. Dieß Salz wird zerſetzt; die Chlorwaſſerſtoffſäure, die ſich dadurch bildet, wirkt auf die Salpeterſäure, erzeugt Chlor und ſalpetrichte Säure; doch iſt ihre Menge faſt unmerklich.

329. Die ſo bereitete Säure iſt nicht rein; ſie enthält ſalpetrichte Säure in Auflöſung, woher ihre gelbe Farbe rührt, ferner etwas Chlor und faſt immer etwas Schwefelſäure. Um ſie zu reinigen, deſtillirt man ſie von Neuem in einem, dem vorigen ähnlichen Apparat, nachdem man etwas ſalpeterſaures Blei in die Retorte gethan hat. Vom Anfang des Kochens an entbindet ſich die ſalpetrichte Säure, man wechſelt die Vorlage, ſobald die Flüſſigkeit, welche die Retorte enthält, ſtatt der gelben Farbe, eine weiße angenommen hat; es geht dann nur reine Salpeterſäure über. So fährt man fort mit der Deſtillation, bis in der Retorte nichts mehr als ein feſter Rückſtand ſich befindet; dieſer beſteht aus ſchwefelſaurem Blei und Chlorblei. Man wendet auch ein Gemenge von ſalpeterſaurem Baryt und ſalpeterſaurem Blei auf eben dieſe Weiſe an; alsdann bildet ſich ſchwefelſaurer Baryt und Chlorſilber.

330. Dieſe Säure wurde ſonſt im Großen bereitet, indem man den Salpeter mit der Thonerde in irdenen Retorten, cuines genannt, zerſetzte; man ſtellte ſie in Galeerenöfen in zwei Reihen, wovon jede 8 bis 10 Retorten enthielt; der Schnabel der Retorte ragte ebenfalls in eine irdene Vorlage. Die Rückſtände dieſer Operation, welche unter dem Namen Scheidwaſſerkitt (ciment d'eau forte) bekannt waren, wurden bei der Alaunfabrikation benützt; ſie beſtanden auch in der That aus zwei Stoffen, welche dieſes Salz enthält, nämlich aus Kali und Alaunerde. Die Zerſetzung bei dieſer Operation fand Statt durch das Beſtreben der Alaunerde, mit ſtarken ſalzfähigen Baſen die Rolle einer Säure zu ſpielen. Es erzeugte ſich dabei ein thonſaures Kali; da aber weder Thonerde noch Salpeter gebundenes Waſſer enthalten, ſo konnte die Salpeterſäure nur zufällig welches enthalten, und der größere Theil dieſes Körpers wurde zerſtört. Als der Preis der Schwefelſäure es erlaubte, bewerkſtelligte man die Zerſetzung durch ſie anfänglich in denſelben Retorten; ſpäter wurden dieſe Gefäße mit Vortheil durch gußeiſerne Keſſel erſetzt, an deren Statt man noch ſpäter Zylinder, ebenfalls von Gußeiſen, wählte. Der heut zu Tage angewendete Apparat gleicht vollkommen demjenigen, wel-

chen wir bei der Fabrikation der Chlorwaſſerſtoffſäure beſchrieben haben. Er beſteht gemeiniglich aus 4 gußeiſernen Zylindern, die ſich in einem und demſelben Ofen befinden; ſie ſind durch Röhren mit drei oder vier Reihen von irdenen Ballons (Bonbonnes), von welchen die beiden erſtern im Waſſer ſtehen (Siehe Fig. 1 und 2. Taf. 7). Die Röhren, welche unmittelbar in die Zylinder eingeſetzt ſind, müſſen von Glas ſeyn, damit der Arbeiter die Farbe der Gasarten, welche übergehen, ſehen und dem Gang der Operation leicht folgen kann. Die andern Röhren können irden ſeyn.

331. Sobald die Zylinder mit den gehörigen Mengen von ſalpeterſaurem Kali und Schwefelſäure gefüllt ſind, ſo verkittet man die Fugen mit Lehm und deckt Erde mit Pferdemiſt gemengt darüber; die erſte Lage aus thoniger Erde wird von den Säuern wenig angegriffen, während die zweite Hülle aus einer mehr bindenden Erde die erſte zuſammen hält und Riſſe verhindert. Man muß ziemlich gleichmäßige Hitze anwenden und langſam feuern. Auch iſt der Torf, wenn man ſolchen ſich leicht verſchaffen kann, als Brennmaterial vorzuziehen. Man bemerkt, daß die Operation vorrückt, ſobald die Dämpfe röther werden; ſie iſt als beendigt anzuſehen, wenn ſich gar keine ſichtbaren Dämpfe mehr entwickeln. Sodann bedarf es noch eines letzten Feuers, um alle Säure zu entfernen; man nimmt dann den Kitt weg und holt das ſchwefelſaure Kali ohne Mühe mit eiſernen Zangen heraus. Die in den erſten Flaſchen verdichtete Säure iſt am wenigſten rein; man kann ſie ohne Rectifikation zur Bereitung der Schwefelſäure anwenden; die in der zweiten Reihe und in einem Theil der dritten enthaltene beſteht faſt blos aus ſalpetrichter Säure und Chlor; man reinigt ſie davon, indem man ſie in Glasretorten zum Kochen bringt; ſobald die Säure farblos iſt, hält man mit dem Sieden an. In dieſem Zuſtand giebt man ſie in den Handel; ſie muß 36 Grad nach nach dem Beaumé ſchen Areometer haben. Alle in den letzten Flaſchen verdichtete ſchwache Säure verwendet man bei der folgenden Operation in der erſten oder zweiten Flaſchenreihe ſtatt des reinen Waſſers. Dagegen muß man in die letzte

Reihe der Flaſchen immer reines Waſſer thun, damit die Kondenſation der Dämpfe darin vollendet wird.

332. Die ſo erhaltene und in den Handel gegebene Säure iſt jedoch nicht rein genug für alle Zwecke, wozu man ſie benützt; ſie enthält immer etwas ſalpetrichte Säure und Chlor, das man nicht vollſtändig zu entfernen ſuchte. Sie enthält auch immer Schwefelſäure. Um ſie zu reinigen, deſtillirt man ſie in Glasretorten, indem man das Deſtillat theilweiſe beſonders auffängt. Die erſten verflüchtigten Portionen enthalten Chlor und ſalpetrichte Säure; man wechſelt die Vorlage, ſobald die in der Retorte enthaltene anfangs etwas bernſteinfarbige Flüſſigkeit weiß geworden iſt; ſodann ſammelt man die reine Salpeterſäure. Wird die Deſtillation mit Sorgfalt ausgeführt, ſo können neun Zehntheile der in der Retorte enthaltenen Säure übergetrieben werden; dann muß man aber anhalten, denn es könnte nun Schwefelſäure mit über deſtilliren. Dieſe letztere bleibt ganz im Rückſtand. Die ſo rectificirte Salpeterſäure iſt noch nicht rein und es iſt daher klar, da die Reinigung der Zweck der Deſtillation iſt, daß man mehr Vortheil bei dem oben angeführten Verfahren haben würde (329).

333. Nach Thénard erhält man aus 1250 Grammen geſchmolzenem Salpeter, der mit zwei Drittheilen ſeines Gewichts möglichſt waſſerfreien Schwefelſäure behandelt wurde, 510 Grammen ſehr konzentrirte Salpeterſäure; aus 1800 Grammen geſchmolzenem Salpeter und 1800 der im Handel vorkommenden Schwefelſäure, erhält man 1020 Gramme Salpeterſäure, die faſt eben ſo konzentrirt wie die vorige iſt; man zieht daher im Kleinen die letztern Verhältniſſe vor.

Demohngeachtet ziehen die Fabrikanten folgende Verhältniſſe vor: 100 ſalpeterſaures Kali und 60 Schwefelſäure zu 66°. Wollte man aber Schwefelſäure zu 55° anwenden, ſo müßte man 80 Theile ſtatt 60 nehmen. Die Schwefelſäure von dieſem Grad iſt nicht ſo theuer; aber die Salpeterſäure, welche man dann erhält, iſt auch nicht ſo rein, enthält mehr Waſſer und die Zylinder werden aus dieſem Grunde weit ſtärker angegriffen; auch bedarf man mehr Brennmaterial, um die Operation auszuführen, wodurch die Er-

ſparniſſe, die man durch Anwendung einer verdünntern Schwefelſäure macht, wiederum ſtark aufgewogen werden.

Es iſt eine durch die Erfahrung längſt beſtätigte Thatſache, daß die konzentrirte Salpeterſäure die gußeiſernen Zylinder weniger angreift, als wenn ſie verdünnt iſt. Man behauptet ſogar, daß die Zylinder in der Glühhitze weniger, als bei geringerer Temperatur leiden. Das erſte erklärt ſich leicht aus den oben (323) angeführten Beobachtungen, aus welchen hervorgeht, daß die Salpeterſäure bei einem gewiſſen Grad der Dichtigkeit nur langſam auf die Metalle wirkt. Die zweite Beobachtung findet vielleicht ihre Erklärung in den ſchönen Verſuchen Becquerel's über die Modifikation, welche das Eiſen durch die Hitze in Bezug auf ſeine elektriſchen Eigenſchaften erleidet. Derſelbe Körper, welcher ſich zum kalten Eiſen negativ verhält, wird durch die Berührung mit glühendem Eiſen poſitiv.

Bevor man das ſalpeterſaure Kali anwendet, iſt es nöthig, es von den fremden Salzen zu reinigen, welche es enthält; dieſe ſind Chlorkalium, Chlorcalcium und Chlormagnium. Werden dieſe Salze durch die Schwefelſäure zerſetzt, ſo geben ſie Chlor und ſalpetrichte Säure. Man reinigt den Salpeter ziemlich leicht von dieſen Chlorverbindungen, indem man ihn dreimal hintereinander wäſcht. Das gebrauchte Waſſer darf im Ganzen nur vier Hunderttheile ſeines Gewichts ausmachen; man gießt es in kleinen Portionen auf das in trichterförmigen Holzgefäßen (tremies) befindliche Salz; wann es gut abgetropft iſt, ſo nimmt man den obern Theil bis zu zwei Drittheilen weg; das auf dem Boden befindliche läßt man für die folgenden Operationen zum Abtropfen. *)

334. Benützung. Die Salpeterſäure gebraucht man bei der Fabrikation der Schwefelſäure, Oxalſäure ꝛc.;

*) Dieſe Salpeterreinigungsmethode, welche allgemein in Frankreich mit ſo großem Vortheil angewendet wird, iſt unſeres Wiſſens in Deutſchland noch ſehr wenig bekannt und benützt. Wir machen beſonders darauf aufmerkſam und empfehlen ihre Anwendung ſtets dann, wenn es ſich darum handelt, ganz ſalzſäurefreie Salpeterſäure zu bereiten. Daſſelbe Verfahren wendet man auch an, um den Salpeter im Großen behufs der Pulverfabrikation zu raffiniren; bei der Salpeterbereitung wird ausführlich die Rede davon ſeyn. A. u. E.

ſie dient zur Auflöſung des Queckſilbers bei Zubereitung der Haare in der Hutmacherei und zum Auftragen des Amalgams in der Meſſingvergoldung. Man gebraucht ſie auch, um die Metalle aufzulöſen und auf Kupfer zu ſtechen. Ferner macht man aus ihr die Salpeterſalzſäure oder das ſogenannte Königswaſſer, bereitet mit ihrer Hülfe den rothen Präzipitat, oder das Queckſilberoxyd und wendet ſie endlich noch in der Färberei, beim Münzprobiren, bei der Scheidung des Goldes ꝛc. an.

Salpeter-Salzſäure oder Königswaſſer.

335. Man bezeichnet unter dieſem Namen ein Gemenge aus Salpeterſäure und Chlorwaſſerſtoffſäure, das ſeit langer Zeit zum Auflöſen des Goldes und um verſchiedene andre metalliſche Mineralien anzugreifen in Gebrauch iſt. Die Alchymiſten, welche das Gold als den König der Metalle anſahen, nannten dieß Gemenge Königswaſſer, da es zu jener Zeit das einzige Auflöſungsmittel des Goldes war.

Das Königswaſſer wird in den Künſten ſehr häufig gebraucht; ſeine Miſchungsverhältniſſe beruhen auf einer eigenen Theorie, welche man ſorgfältig kennen lernen muß, um die Anwendung deſſelben nach den Umſtänden zu reguliren.

Die meiſten Thatſachen, auf welchen dieſe Theorie beruht, waren den alten Chemikern bekannt; ſie ſind aber erſt 1816 von Davy auf eine genügende Weiſe geordnet und näher unterſucht worden. Folgendes ſind dieſe Thatſachen: 1) das Chlor verwandelt unter Einfluß des Waſſers das Stickſtoffoxyd in ſalpetrichte Säure, indem es ſelbſt in Chlorwaſſerſtoffſäure übergeht; 2) das Chlor wirkt weder auf waſſerfreie noch auf wäſſerige ſalpetrichte Säure; 3) die Chlorwaſſerſtoffſäure wirkt ebenfalls nicht auf waſſerfreie ſalpetrichte Säure; 4) die Chlorwaſſerſtoffſäure und Salpeterſäure verwandeln ſich in Chlor, ſalpetrichte Säure und Waſſer. In der Kälte iſt die Wirkung nur partiell, in der Wärme vollſtändig. Aus dieſem allen geht klar hervor, daß das Königswaſſer aus folgenden Elementen beſtehen muß, vorausgeſetzt, daß die Umwandlung total Statt gefunden hat.

Angewendete Atome.

1 At. Salpeterſäure	=	2 Stickſtoff	= 177,02
		5 Sauerſt.	= 500,00
4 At. Chlorwaſſerſtoffſäure	=	2 Chlor	= 442,64
		2 Waſſerſt.	= 12,48
			1132,14

Erzeugte Atome.

2 At. ſalpetrichte Säure	=	2 Stickſt.	= 177,02
		4 Sauerſt.	= 400,00
2 At. Chlor	. . . .		= 442,64
2 At. Waſſer	. . . .		= 112,48
			1132,14

Da 1 At. waſſerfreie Salpeterſäure gleich wird 789,5, wenn ſie Waſſer aufnimmt, und da 4 At. Chlorwaſſerſtoffſäure 1124 Theilen der konzentrirten im Handel vorkommenden Chlorwaſſerſtoffſäure entſprechen, ſo ſcheint es, daß das paſſendſte Verhältniß 8 Theile Salpeterſäure auf ungefähr 11 Theile Chlorwaſſerſtoffſäure ſeyn dürfte; in den meiſten Fällen aber verhält es ſich nicht ſo.

Wir haben zwar angenommen, es entbinde ſich ſalpetrichte Säure; faſt immer aber kann ſich die Subſtanz, welche man der Einwirkung des Königswaſſers unterwirft, oxydiren, indem ſie auf ſalpetrichte Säure wirkt und ſie in Stickſtoffoxyd verwandelt. Das ſo erzeugte Oxyd wirkt wieder auf die Chlorwaſſerſtoffſäure und erzeugt Waſſer und eine Chlorverbindung. Es iſt leicht einzuſehen, daß die Salpeterſäure, indem ſie in ſalpetrichte Säure übergeht, nur ein Atom Sauerſtoff verliert; während ſie drei verlieren muß, um Stickſtoffoxyd zu werden. Man muß daher die Menge der Chlorwaſſerſtoffſäure dreifach nehmen, was dann das Verhältniß von 8 Theilen Salpeterſäure zu 33 Chlorwaſſerſtoffſäure, oder einfacher in Gewichtstheilen 1 zu 4 giebt. Würde endlich die behandelte Subſtanz die ſalpetrichte Säure in Stickſtoff zurückführen, ſo müßte man wieder andere Verhältniſſe anwenden. Dieſe würden ſeyn 8 Theile Salpeterſäure für 55 Chlorwaſſerſtoffſäure, oder einfach 1 zu 7.

Man ſieht, daß das Königswaſſer in ſeinen Verhältniſſen nach der Verſchiedenheit der Fälle wechſeln muß; da aber

die Chlorwaſſerſtoffſäure weniger koſtet als die Salpeterſäure, ſo kann man ſie wohl im Überſchuß anwenden. Jetzt nimmt man allgemein als die beſten Verhältniſſe 1 Theil Salpeterſäure auf 4 Theile Chlorwaſſerſtoffſäure an. Nichts deſtoweniger glaube ich, daß man 6 Theile der letzteren ohne Nachtheil nehmen könnte, ſobald man Zinn oder Metalle, welche das Waſſer von ſelbſt zerſetzen können, behandeln wollte.

Nach der Natur des Produkts, das man zu erhalten ſucht, müßen ebenfalls die Mengen-Verhältniſſe abgeändert werden. Iſt es ein Chlorür oder eine entſprechende Verbindung, ſo bleiben obige Berechnungen richtig; bildet ſich aber chlorwaſſerſtoffſaures Chlorür, ſo muß man verhältnißmäßig mehr Chlorwaſſerſtoffſäure nehmen.

Man macht oft eine Art Königswaſſer, indem man Salpeterſäure mit chlorwaſſerſtoffſaurem Ammoniak oder Chlornatrium mengt. Dieſe Zuſammenſetzung gebraucht man beſonders zu Zinnauflöſungen. Wir werden an andern Orten hierauf zurückkommen, (man ſehe: Porzellanmalerei, Färberei); wir bemerken hier nur noch, daß in dieſem Fall ſich verwickelte Verbindungen bilden, welche die Theorie ſchwierig machen, wenn man auch die Urſache der guten Wirkungen dieſer Miſchung angeben kann. Es bilden ſich Verbindungen zwiſchen Chlorzinn und chlorwaſſerſtoffſaurem Ammoniak oder Kochſalz. Dieſe Verbindungen werden von der Luft und vom Waſſer weniger verändert, als das reine Chlorzinn, was ihre Wirkungen zuverläßiger macht. Haußmann iſt, ſoviel ich weiß, der erſte Chemiker, welcher dieſe Erſcheinungen, die wir ſpäter ſorgfältiger prüfen wollen, genau unterſucht hat.

Salpeter-Flußſäure.

(Acide nitro-hydrofluorique.)

336. Mit dieſem Namen bezeichnet man ein Gemenge aus Salpeterſäure und Fluorwaſſerſtoffſäure, deren Gebrauch Berzelius in vielen Umſtänden empfahl. Es iſt gewiß, daß faſt alle Metalle, welche der Wirkung des Königswaſ-

ſers widerſtehen, durch dieß Gemenge aufgelöſt werden, welches auf dieſe Weiſe ein ſehr geſchätztes Reagens iſt; übrigens finden dieſelben Grundſätze in dem Miſchungsverhältniſſe Statt.

Chlorſtickſtoff.

(Chlorure d'azote.)

337. Bei der Beſchreibung der Wirkungen, die in Folge der Berührung des Chlor's und Ammoniaks ſich zeigen, haben wir die Unterſuchung des Prozeſſes, der bei der Bildung des Chlorſtickſtoffs Statt findet, auf dieſen Artikel verwieſen. Dieſe ſo äußerſt leicht detonirende Verbindung wurde 1812 von Dulong entdeckt; ſie entſteht wahrſcheinlich immer, wenn das Chlor mit Stickſtoff im Augenblick ſeiner Gaswerdung zuſammen kommt; aber die Verbindung wird ſchon wieder während der Bildung zerſtört, wenn man nicht einige Vorkehrungen trifft. Bevor wir aber dieſen Punkt weiter ausführen, wollen wir bemerken, daß dieſer Körper äußerſt gefährliche Zufälle verurſacht hat; es könnten ſich dieſelben leicht wiederholen, wenn man nicht von ſeiner Exiſtenz und den Verhältniſſen, unter denen er gebildet wird, unterrichtet wäre.

338. Bereitung. Man nimmt einen ſehr dünnen gläſernen Trichter, deſſen Ende man an der Lampe auszieht, und taucht ihn in kleines Gefäß mit Queckſilber; man gießt in den Trichter eine wäſſerige Auflöſung von chlorwaſſerſtoffſaurem Ammoniak, welche ein Zwanzigſtel dieſes Salzes enthält; zuletzt gießt man, mittelſt einer kleinen Röhre, welche man in die Flüſſigkeit bringt, bis ſie faſt auf das Queckſilber ſtößt, allmählig eine konzentrirte Kochſalzauflöſung hinzu. Dieſe hebt die Ammoniakauflöſung, weil ſie ſchwerer iſt, in die Höhe und nimmt ihre Stelle in der Trichterröhre ein; man hört auf davon einzugießen, ſobald ſie eine zwei oder drei Zoll hohe Schicht bildet. Wenn dieſe Vorrichtungen getroffen ſind, ſo leitet man einen Strom von Chlor in die Ammoniakſolution, und zwar ſo, daß man die Röhre, durch welche der Strom geht, immer in einiger Entfernung von der

Kochſalzauflöſung hält, damit die Bewegung der Blaſen nicht beide Schichten der Flüſſigkeit untereinander mengt. Das Chlor wird zuerſt abſorbirt, dann ſieht man eine Menge kleiner Blaſen von dem ſich entwickelten Stickgas entſtehen und bald bilden ſich kleine Tröpfchen von öhligem Anſehen, welche durch beide Flüſſigkeiten durchfallen und auf dem Queckſilber ſich vereinigen: dieß iſt Chlorſtickſtoff. Will man den Verſuch beendigen, ſo nimmt man das Gefäß mit dem Queckſilber weg und vertauſcht es mit einem andern voll deſtillirten Waſſers, oder auch mit einem leeren, je nach der Verſchiedenheit der Anwendung, welche man von dieſer Chlorverbindung macht.

In dieſem Verſuch bemächtigt ſich das Chlor des Waſſerſtoffs vom Ammoniak, um Chlorwaſſerſtoffſäure zu bilden; der Stickſtoff wird frei, und ein Theil deſſelben, der ſich mit dem überſchüſſigen Chlor verbindet, veranlaßt die Bildung des Chlorſtickſtoffs.

339. Zuſammenſetzung. Der Chlorſtickſtoff wird wahrſcheinlich aus 3 Vol. Chlor und 1 Vol. Stickſtoff gebildet.

340. Eigenſchaften. Der Chlorſtickſtoff iſt flüſſig, von öhlartiger gelblicher Farbe, beſitzt einen ſtechenden Geruch, iſt ſchwerer als Waſſer und ſehr flüchtig. Bei 30° detonirt er mit unbeſchreiblicher Heftigkeit, wobei ſich Licht entwickelt und er in Stickſtoff und Chlor zerſetzt wird, welche ihren Gaszuſtand wieder annehmen. Bei der gewöhnlichen Temperatur bewirkt oft die leiſeſte Bewegung dieſelbe Erſcheinung.

Viele Körper machen den Chlorſtickſtoff plötzlich durch ihre Berührung detoniren. Der Phosphor beſonders beſitzt dieſe Eigenſchaft in ſehr hohem Grade; überhaupt zeigt ſich dieſe Erſcheinung bei denjenigen Stoffen, welche ſich mit dem Chlor bei der gewöhnlichen Temperatur unter Licht und Wärmeentwickelung verbinden können. Der Schwefel wird anfänglich im Chlorſtickſtoff aufgelöſt; dann zerſetzt er ihn, indem Stickſtoff und Chlorſchwefel gebildet werden; die Wirkung findet aber ohne Detonation Statt.

Das Ammoniak und die ammoniakaliſchen Salze zerſtören den Chlorſtickſtoff; es bildet ſich Chlorwaſſerſtoffſäure und Stickgas, welches, indem es frei wird, etwas Chlorſtickſtoff

in Dampfform mit fort nimmt; dieß Gas detonirt auch oft von ſelbſt; bei Annäherung eines brennenden Körpers aber findet ſtets Detonation Statt. Um dieſer Wirkung von Seite des überſchüſſigen chlorwaſſerſtoffſauren Ammoniaks zuvorzukommen, wendet man die Kochſalzauflöſung bei der Bereitung des Chlorſtickſtoffs an.

Läßt man Chlor im Überſchuß in eine Auflöſung von irgend einem ammoniakaliſchen Salz treten, ſo erzeugt ſich immer Stickgas, welches entweicht und ſtets mit mehr oder weniger Chlorſtickſtoff geſchwängert iſt. Man erkennt dieß an dem ſtechenden Geruch des Gaſes und an der mehr oder weniger heftigen Detonation, welche eine brennende Kerze hervorbringt.

Jodſtickſtoff.

(Jodure d'azote.)

341. Bereitung. Das Jod verbindet ſich leichter mit dem Stickſtoff, als das Chlor, obgleich die unter dem Namen Jodſtickſtoff bekannte Verbindung ſich ebenfalls nur bildet, wenn Jod auf ſich gerade entbindendes Stickgas trifft; ſind übrigens die Umſtände dieſelben, ſo wird aller Stickſtoff verbraucht, indem keiner entweicht und die gebildete Jodverbindung wird weder vom Ammoniak, noch von den ammoniakaliſchen Salzen zerſtört.

Nichts iſt leichter als die Bereitung des Jodſtickſtoffs. Man thut wenige Gramm Jod in ein Glas, gießt etwas Ammoniak darüber, ſchüttelt um und rührt und zerreibt das Jod mittelſt eines Glasſtäbchens, worauf die Operation nach 10 oder 15 Minuten beendigt iſt. Es bleibt nur im Glas ein Überſchuß von Ammoniak, von jodwaſſerſtoffſaurem Ammoniak und ein braunes Pulver, welches Jodſtickſtoff iſt. Man erſieht hieraus, daß das Ammoniak zerſetzt wurde und daß ſein Waſſerſtoff mit dem Jod Jodwaſſerſtoffſäure gebildet hat, während ſein Stickſtoff ſich ebenfalls mit dieſem Körper verband, um Jodſtickſtoff zu erzeugen. Letzterer detonirt ſehr leicht; aber ſo lange die umgebende Flüſſigkeit Ammoniak oder jodwaſſerſtoffſaures Ammoniak enthält, läuft man deshalb nicht Gefahr; man kann ihn anfaſſen, reiben und ihn

auf ein Filtrum bringen, ohne daß er ſich zerſetzt; hat man aber dieſe fremden Stoffe auf die erforderliche Weiſe durch wiederholtes Waſchen mit Waſſer entfernt, ſo darf man ihn nur vorſichtig berühren. Bisweilen detonirt die Maſſe ſchon theilweiſe, ſelbſt wenn ſie noch feucht iſt; ſchützt man die Augen durch große Brillen, ſo iſt keine Gefahr weiter dabei. Sobald man das Filtrum aus dem Trichter genommen hat, ſo breitet man es auf einem Brett aus und befeſtigt es darauf mittelſt etwas Kleiſter, eine nothwendige Maaßregel, denn iſt die Maſſe einmal trocken, ſo bringt die geringſte Bewegung in der Luft, die das Papier trifft, eine plötzliche Exploſion hervor und das ganze Produkt wird zerſtört.

342. Zuſammenſetzung. Der Jodſtickſtoff wird aus 3 At. Jod und 1 At. Stickſtoff gebildet.

343. Eigenſchaften. Sie ſind wenig gekannt; es iſt ein feſter, pulveriger, in Waſſer unlöslicher Stoff. Er detonirt im trockenen Zuſtand mit Heftigkeit, ſchon bei der leiſeſten Berührung, man braucht z. B. blos mit dem Bart einer Feder leicht über das Pulver zu fahren; oft findet die Exploſion von ſelbſt Statt. Iſt er feucht, ſo hat bei einem leichten Stoß eine theilweiſe Detonation Statt. Im Augenblick der Exploſion wird Licht entwickelt; das Jod und Stickgas entweichen und erſteres in violetten Dämpfen.

Eine Menge Körper wirken ohne Zweifel auf Jodſtickſtoff, aber man kennt nur die Wirkung der wäſſerigen Kaliauflöſung, welche auf ihn wie auf reines Jod wirkt, wobei Stickgas entweicht.

Capitel XI.

Arſenik. — Arſenikwaſſerſtoffgas. — Waſſerſtoffarſenik. — Arſenikoxyd. — Arſenichte Säure. — Arſenikſäure. — Fluor-Chlor- Brom- Jod- und Schwefelarſenik. —

344. Das Arſenik wird faſt allgemein als ein Metall betrachtet; wir werden es ebenfalls als ein ſolches anſehen und würden es auch in jedem andern Buch unter die Metalle geſtellt haben da es aber für Metallurgen zu wichtig iſt, die Rolle genau zu kennen, welche dieſer Körper in den Mineralien, von denen er einen Beſtandtheil ausmacht, ſpielt, ſo glaubten wir zu ihren Gunſten der Klaſſification ein Opfer bringen zu müſſen. Wenn man das Arſenik neben dem Phosphor und Schwefel ſtellt, ſo ſieht man hierdurch beſſer als durch weitläuftige Raiſonnements ein, daß dieſer Körper immer dieſelbe Rolle wie dieſe, in der Natur ſowohl als bei techniſchen Operationen ſpielt. Obgleich nun das Arſenik für ſich wirklich alle Kennzeichen eines Metalls beſitzt, ſo muß man doch zugeben, daß es in ſeinen Verbindungen eine ſolche Analogie mit dem Phosphor und dem Stickſtoff hat, daß die verſuchte Zuſammenſtellung hiedurch vollkommen gerechtfertigt wird.

Das Arſenik kommt in der Natur unter mehrfacher Geſtalt vor: 1) im metalliſchen Zuſtand, 2) als arſenichte Säure, 3) als arſenikſaure Salze, 4) in Verbindung mit verſchiedenen Metallen, mit welchen es Arſenikmetalle, ähnlich den Schwefelmetallen bildet, häufig zwar nur gemengt, aber auch ſehr oft chemiſch mit ihnen verbunden. In letzterem Zuſtand befindet es ſich in vielen Erzen und der Knoblauchgeruch ſeines Dampfes, ſeine verderbliche Wirkung auf die Menſchen,

welche jenen einathmen, endlich das weiße und glaſige Produkt, welches das Verdichten ſeines Dampfes liefert, ſind ſämmtlich Umſtände, welche frühzeitig ſchon die Aufmerkſamkeit der Metallurgen darauf lenken mußten. Das Arſenik war auch wirklich ſchon den Alten bekannt. Ariſtoteles bezeichnete es mit dem Namen Sandarak. Später wurde dieſer Name durch Arrenik oder Arſenik erſetzt, womit man die arſenichte Säure bezeichnete. Das Schwefelarſenik erhielt den Namen Auripigment; aber die Unkenntniß der alten Schriftſteller über die wahre Natur der Verbindungen dieſes Körper's brachte viel Irrthümer in ihre Beſchreibungen.

Erſt im Jahr 1649 beſchrieb Schröder das metalliſche Arſenik. Von dieſem Zeitpunkt an vermehrten und berichtigten ſich die Kenntniſſe von dieſem Körper in dem Maaße, als die Chemie in ihrer Entwickelung vorwärts ſchritt.

Das Arſenik und ſeine Verbindungen wurden in den Künſten wenig benützt; allein demungeachtet gebraucht man ſie zu manchen techniſchen Zwecken, obwohl immer in kleinen Mengen. Übrigens iſt es nöthig, dieſen Körper genau kennen zu lernen, um ihn aus den Erzen ſcheiden zu können, in welchen er vorkommt und ſeine Gegenwart durch ſichere analytiſche Methoden darzuthun. Es iſt eine tägliche Erfahrung, daß faſt unmerkliche Mengen dieſes Stoffes hinreichen, um die Eigenſchaften vieler Metalle theils auf eine äußerſt nachtheilige, theils auf eine ſehr beſtändige Weiſe zu verändern. Von dieſem Geſichtspunkt aus betrachtet, ſcheint es uns ſehr wichtig, über die hauptſächlichen Verbindungen des Arſeniks recht in das Einzelne einzugehen.

Die Gewinnung des Arſeniks und die Bereitung der Zuſammenſetzungen, welche in dieſem Kapitel enthalten ſind, bilden eine Kunſt, oder vielmehr eine Reihe von Operationen, welche gewöhnlich in einer und derſelben Werkſtätte ausgeführt werden. Wir verweiſen, was die Bereitung dieſer Produkte im Großen betrifft, an das Ende des Kapitels und werden hier bei jedem beſonders nur die im Laboratorium vorkommenden Methoden geben, welche blos zu Prüfungsverſuchen anwendbar ſind.

Arſenik.

(Synonyme. Scherbenkobold, Fliegengift. Lat. Arsenicum, Cobaltum crystallisatum des Handels. Franz. Arsenic.)

345. Eigenſchaften. Das Arſenik iſt feſt, ſtahlgrau, zerbrechlich, ſehr glänzend; der Glanz hat aber, wenn es mit Feuchtigkeit in Berührung kommt, eine kurze Dauer. Sein Gefüge iſt kryſtalliniſch, bald körnig, bald blätterig. Es hat weder Geruch, noch Geſchmack; im Waſſer iſt es zwar unauflöslich, aber man darf deshalb nicht voreilig ſchließen, daß es dann nicht als Gift wirken könne, denn die unbedeutendſten Umſtände können ſeine Oxydation bewirken, es dann auflöslich und folglich auch giftig machen.

Das ſpezifiſche Gewicht des Arſeniks wechſelt zwiſchen 5,75 und 5,76. In einem gläſernen oder irdenen Gefäß erhitzt und gegen den Zutritt der Luft geſichert, wird es ſublimirt, ohne geſchmolzen zu werden und ſein Dampf wird dann in den kältern Theilen des Sublimirgefäßes wiederum in kryſtalliniſcher Form verdichtet. In verſchloſſenen Gefäßen wird das Arſenik nicht verflüchtigt, bevor die Glühhitze beginnt; in der freien Luft hingegen fängt es ſchon an, ſich bei 180° C. ſehr merklich zu ſublimiren.

Das Arſenik kryſtalliſirt in Tetraedern. Geſchmolzen kann es nur werden unter einem Luftdruck, der ſtärker iſt, als der der Atmosphäre.

346. Bereitung. Man zieht es gewöhnlich aus dem im Handel vorkommenden metalliſchen Arſenik. Dieß iſt beinahe ſchon rein, enthält aber doch immer einige Spuren von fremden Metallen, wie z. B. Antimonium; es enthält außerdem Oxyd in größerer oder geringerer Quantität. Durch die Sublimation wird es gereinigt. Zu dem Endzweck thut man 200 oder 300 Gramme Arſenik, wie es im Handel vorkommt, in eine irdene Retorte und ſchließt dieſelbe mit einem durchlöcherten Stöpſel, damit die verdünnte Luft einen freien Austritt hat, und doch eine allzuleichte Erneuerung der Luft vermieden wird. Man bringt die Retorte in einen Reverberirofen und erhitzt ſie allmählig, bis ihr Boden ins Braun-

rothglühen kommt. Die Operation muß ſehr langſam geleitet werden, damit das Arſenik Zeit hat, ſich entweder im Hals oder im obern Theil der Retorte zu verdichten. Iſt dieſe erkaltet, ſo ſchlägt man ſie in Stücken, nimmt das Arſenik heraus und verwahrt es in Flaſchen mit eingeriebenem Glasſtöpſel, welche man mit ausgekochtem Waſſer gefüllt hat.

Waſſerſtoffarſenik.

(Hydrure d'arsenic.)

347. Das Arſenik bildet mit dem Waſſerſtoff zwei Verbindungen: die eine, der Waſſerſtoffarſenik, iſt feſt; die andere gasförmig, dieß iſt das Arſenikwaſſerſtoffgas.

Das Waſſerſtoffarſenik iſt matt, ſchwärzlich braun, pulverförmig, geruch- und geſchmacklos; es iſt ſchwerer als Waſſer und nicht ſo flüchtig als das Arſenik. Es wird durch die Wärme nicht zerſetzt, wenigſtens noch nicht bei anfangender Glühhitze. Bei Rothglühhitze brennt es ſowohl in Sauerſtoffgas als in der Luft, wobei Waſſer und arſenichte Säure gebildet wird.

Man erhält daſſelbe, indem man Arſenik mit Waſſerſtoffgas im Momente des Gaswerdens in Berührung bringt, oder indem man Arſenikwaſſerſtoffgas mit Stoffen in Berührung bringt, welche begierig den Waſſerſtoff anziehen, jedoch nicht in ſo großer Menge, daß ſie ſich alles Gaſes bemächtigen könnten. Bei Betrachtung des Arſenikwaſſerſtoffgaſes werden wir dieſe letztere Wirkungsart kennen lernen; hier genügt es, wenn wir die erſte näher berühren.

Das einfachſte Mittel beſteht darin, daß man das Waſſer durch die galvaniſche Säule zerſetzt, indem man ſich eines Stücks Arſenik als negativen Pol bedient. Der Waſſerſtoff, welcher ſich daran ſammelt, verbindet ſich, anſtatt zu entweichen, mit dem Metall und bildet den Waſſerſtoffarſenik, welcher ſich in braunen Flocken abſetzt.

Daſſelbe erreicht man, wenn man 1 Theil Kalium mit 10 oder 12 Theilen Arſenik verbindet und dieſe Verbindung dann mit Waſſer behandelt. Das Kalium bemächtigt ſich des Sauerſtoffs vom Waſſer und wird Kali, während das Arſenik mit dem Waſſerſtoff Waſſerſtoffarſenik und Arſenik-

waſſerſtoffgas bildet. Man könnte glauben, daß wenn Arſenik und Kalium in angemeſſenen Verhältniſſen zuſammen gebracht werden, nur Arſenikwaſſerſtoffgas ſich bilden könnte, allein dann würde wahrſcheinlich freies Waſſerſtoffgas außer dem Arſenikwaſſerſtoffgas noch entweichen und es würde ſich immer zugleich noch Waſſerſtoffarſenik erzeugen. Man darf wohl ſagen, daß ſich dieſe drei Produkte beſtändig bilden, indem man freies Waſſerſtoffgas in den Gasſtrömen antrifft, welche von ſtark arſenikhaltigen Legirungen geliefert werden.

Arſenikwaſſerſtoffgas.

(Hydrogene arseniqué.)

548. Eigenſchaften. Dieſer Körper iſt gasförmig, farblos, hat einen ſehr charakteriſtiſchen eckelerregenden Geruch; ſeine Dichtigkeit iſt gleich 2,695. Bei 30° unter 0° wird er flüſſig, ſelbſt ſchon unter dem gewöhnlichen Luftdruck. Die Hitze zerſetzt ihn in Waſſerſtoff und Waſſerſtoffarſenik, welche ſich abſetzt. Dieſes Gas löſcht brennende Körper aus; es entzündet ſich bei der Berührung der Luft und brennt mit einer großen weißen Flamme, wobei ſich Waſſer bildet, arſenichte Säure und Waſſerſtoffarſenik. Die beiden erſten Produkte werden verflüchtigt; das dritte ſetzt ſich ab und bildet an den Wänden der Probirgläſer eine braune, mehr oder weniger dicke Kruſte.

Mit Sauerſtoffgas oder Luft gemengt, bewirkt das Arſenikwaſſerſtoffgas eine lebhafte Detonation, man mag nun das Gemenge mittelſt eines elektriſchen Funkens oder durch eine brennende Kerze entzünden. Iſt das Sauerſtoffgas in Überſchuß vorhanden, ſo konſumirt jedes Volum Arſenikwaſſerſtoffgas anderthalb Vol. Sauerſtoffgas, indem ſich Waſſer und arſenichte Säure erzeugt. Wenn dagegen überſchüſſiges Arſenikwaſſerſtoffgas zugegen iſt, ſo würde ſich Waſſer und Waſſerſtoffarſenik bilden. Im erſten Fall bedecken ſich die Gefäße mit einem weißen Bodenſatz; im zweiten iſt dieſer Satz braun.

Das Chlor zerſetzt Arſenikwaſſerſtoffgas augenblicklich. Es bildet ſich Chlorarſenik und Chlorwaſſerſtoffſäure,

wenn das Chlor im Überſchuß vorhanden iſt; oder auch Waſſerſtoffarſenik und Chlorwaſſerſtoffſäure, wenn das Arſenikwaſſerſtoffgas im Überſchuß vorhanden iſt. Der erſtere Fall tritt ein, wenn man das Arſenikwaſſerſtoffgas Blaſe für Blaſe in ein mit Chlor angefülltes Zylinderglas treten läßt; der zweite, wenn man auf dieſelbe Weiſe Chlor in ein Glas mit Arſenikwaſſerſtoffgas bringt. Immer findet hierbei Wärme und Lichtentwickelung Statt. Letzterer Verſuch iſt ohne Gefahr und gelingt immer; nicht daſſelbe gilt von dem erſteren. Oft geſchieht es, daß man zwei oder drei Blaſen von Arſenikwaſſerſtoffgas in das Probirglas mit Chlor treten läßt, ohne daß ſie ſich entzünden; in dieſem Falle entzündet ſich die folgende Blaſe, es entſteht eine Detonation des Gemenges und das Probirglas ſpringt in Stücke. Hat die erſte Blaſe nicht Feuer gefangen, ſo muß man auf das Experiment Verzicht leiſten. Es gelingt jedoch faſt immer, wenn das Chlor recht rein iſt und ſeine Temperatur ohngefähr 30° hat.

Es iſt wahrſcheinlich, daß Brom und Jod ähnlich wirken. Der Schwefel zerſetzt ebenfalls das Arſenikwaſſerſtoffgas bei einer Temperatur von 140 oder 150° C. Es bildet ſich Schwefelarſenik und Schwefelwaſſerſtoffgas. Ähnlich muß der Phosphor wirken.

Das reine Waſſer löſt etwas Arſenikwaſſerſtoffgas auf, verändert es aber nicht. Das mit Luft geſchwängerte Waſſer dagegen zerſetzt es raſch und veranlaßt einen Abſatz von Waſſerſtoffarſenik. Zu dem Ende darf man nur eine mit Arſenikwaſſerſtoffgas gefüllte Flaſche über Waſſer ein oder zwei Monate ſtehen laſſen und dieſe wird ſich dann inwendig mit einem reichlichen Niederſchlag von Waſſerſtoffarſenik überziehen. Dieſer Niederſchlag legt ſich ſo feſt ans Glas an, daß er ganz die Form deſſelben annimmt und ſo glänzend wird, daß er, gleich einem polirten Metall, die Lichtſtrahlen zurückwirft.

Das Arſenikwaſſerſtoffgas iſt ſehr giftig. Ein deutſcher Chemiker von ſeltenem Verdienſte, Gehlen, ſtarb nach neuntägigen fürchterlichen Leiden, nachdem er unvorſichtiger Weiſe eine wahrſcheinlich ſehr unbedeutende Quantität dieſes Gaſes

geathmet hatte. Er machte ein Experiment, bei welchem ſich Arſenikwaſſerſtoffgas bilden mußte; das Gas entwickelte ſich nicht; er glaubte alſo, daß der Apparat es durchließe und roch an die Stöpſel, um die Ausgänge an dem eigenthümlichen Geruch des Arſenikwaſſerſtoffgaſes zu erkennen. Er mußte nur ſehr wenig davon geathmet haben, nichts deſtoweniger aber wurde er nach Verlauf einer Stunde von heftigem Erbrechen, das mit Froſt und großer Schwäche begleitet war, befallen. Die ſorgfältigſten Bemühungen konnten gegen dieſes fürchterliche Gift nichts ausrichten, obwohl er gewiß nur einige Hunderttheile eines Grans geathmet hatte.

349. Zuſammenſetzung. Die Zuſammenſetzung des Arſenikwaſſerſtoffgaſes wird wie die vom Phosphorwaſſerſtoffgas beſtimmt. Durch ſchwefelſaures Kupfer abſorbirt man dieſes Gas, welches dann nicht auf das freie Waſſerſtoffgas wirkt, das damit gemengt ſeyn kann. Man beſtimmt ſo die Menge des Arſenikwaſſerſtoffgaſes, welche ein bekanntes Volum dieſes Gaſes enthält. Hierauf ſetzt man eine gewiſſe Quantität der Einwirkung des Zinns bis zur anfangenden Glühhitze aus. Man findet ſo, daß jedes Volum Arſenikwaſſerſtoffgas anderthalb Volum Waſſerſtoffgas giebt. Zieht man anderthalbmal die Dichtigkeit des Waſſerſtoffgaſes von der des Arſenikwaſſerſtoffgaſes ab, ſo erhält man 2,695 — 0,1032 = 2,5918 als Gewicht des Arſeniks. Nimmt man an, daß dieſe Zahl die Hälfte der Dichtigkeit des Arſenikdampfes darſtellt, ſo hat man für die Zuſammenſetzung des Gaſes 1 Vol. Arſenik und 3 Vol. Waſſerſtoffgas zu zwei Vol. verdichtet, oder:

1 At. Arſenik	= 470,38	oder	96,15
3 At. Waſſerſtoff	= 18,73		3,85
2 At. Arſenikwaſſerſtoffgas	= 489,11		100,00

350. Bereitung. Man erhält es, wenn man die Legirung von Arſenik und Zinn in der Wärme mit reiner und konzentrirter Chlorwaſſerſtoffſäure behandelt. Jene Legirung wird bereitet, indem man ein Gemenge von 3 Theilen gekörntem Zinn und einem Theil Arſenik in Pulver in einem bedeckten Tiegel zuſammenſchmilzt. Diese Legirung

kryſtalliſirt bei der Abkühlung in breiten Blättern. Man pulveriſirt die Maſſe, bringt ſie in eine kleine tubulirte Retorte, an welcher eine Röhre befeſtigt iſt, welche in die Queckſilberwanne geht. Man gießt die Säure durch die Tubulirung ein, ſchließt dann mittelſt eines guten Stöpſels und ſobald das in der Kälte ſich ſchon entwickelnde Gas aufhört ſich zu erzeugen, erhitzt man die Retorte vorſichtig. Es bleibt Chlorzinn im Minimum zurück in der Retorte, und es entwickelt ſich ein Gemenge aus Arſenikwaſſerſtoffgas und Waſſerſtoffgas, wovon das letztere Gas zu 60 und ſelbſt 80 Prozent enthalten iſt. Das ſo bereitete Gas iſt daher bei Weitem nicht rein. Wenn man ein größeres Verhältniß Arſenik in der Legirung anwendet, ſo findet keine oder wenigſtens eine ſehr unvollkommene Reaktion Statt.

Arſenikſuboxyd.

(Synonyme. Lat. **Arsenicum suboxydatum.** Franz. **Oxide d'arsenic.**)

351. Das Arſenikſuboxyd iſt kaum bekannt. Es iſt ein ſchwarzes Pulver, das ſich im Waſſer nicht auflöſt und welches ſich bildet, wenn man das Arſenik in Pulverform den Einflüſſen der feuchten Luft bloß ſtellt. Wahrſcheinlich iſt es keine einfache Verbindung. Berzelius iſt übrigens der einzige Chemiker, welcher ſich mit deſſen Unterſuchung beſchäftigt hat. Nach ihm können 100 Theile Arſenik nur 8 Theile Sauerſtoff aus der Luft abſorbiren, wenn man das Metall auch in noch ſo feines Pulver verwandelt und das Experiment ſelbſt ein oder zwei Jahre lang fortſetzt. Die Maſſe, welche man auf dieſe Weiſe erhält, erſcheint homogen; in verſchloſſenen Gefäßen erhitzt, verwandelt ſie ſich in metalliſches Arſenik und arſenichte Säure; wird ſie aber unter Zutritt der Luft oder im Sauerſtoffgas erwärmt, ſo verbrennt ſie und bildet arſenichte Säure, welche ſublimirt wird. Obwohl dieſer Stoff im Waſſer nicht löslich zu ſein ſcheint, ſo muß man ihn doch für giftig halten. Er verbindet ſich nicht mit Säuren. Nimmt man an, daß er wirklich ein beſonderer Körper iſt, ſo muß er beſtehen aus:

8 At. Arſenik	= 3763,04	oder	92,62
3 At. Sauerſtoff	= 300,00		7,38
	4063,04		100,00

Arſenichte Säure.

(Synonyme. Weißer Arſenik des Handels, Rattenpulver, Hüttenrauch. Lat. Acidum arsenicosum. Franz. Acide arsénieux.)

352. Dieſer außerordentlich giftige Stoff war den Alten ſchon bekannt; ſie hießen ihn Arſenik, wie man ihn auch jetzt noch im gemeinen Leben nennt. Sehr häufig heißt man ihn auch Rattengift, wegen ſeiner häufigen Anwendung als Gift gegen dieſe Thiere. Lange glaubten die Chemiker, daß dieſer Körper keine hinreichend ſauern Eigenſchaften beſitze, weshalb in neuerer Zeit der Name weißes Arſenikoxyd aufkam. Seinen nun richtiger erkannten Eigenſchaften gemäß wird er nun wirklich unter die Säuren gezählt. Sowohl ſeiner Zuſammenſetzung als ſeiner Eigenſchaften nach muß er neben die phosphorichte und die unterſalpetrichte Säure geſtellt werden.

353. Eigenſchaften. Die arſenichte Säure iſt flüchtig; friſch ſublimirt erſcheint ſie in durchſichtigen Tetraedern, oder als durchſichtige glaſige Maſſe. Ihre Dichtigkeit iſt nach Guibourt im glaſigen Zuſtand 3,738. Verdichtet ſie ſich aber während der Sublimation zu raſch, ſo wird ſie in der Geſtalt eines weißen Pulvers niedergeſchlagen. Der Luft ausgeſetzt, verliert die glaſige arſenichte Säure ihre Durchſichtigkeit, bekommt eine milchweiße Farbe und verliert viel von ihrer Härte; auch die im Handel vorkommende iſt faſt immer undurchſichtig und weiß an ihrer Oberfläche, während ſich im Innern der Stöcke gewöhnlich ein halbdurchſichtiger, glaſiger Kern findet, deſſen Dichtigkeit 3,698 beträgt. Man weiß bis jetzt noch nicht, wie dieſe Veränderung vor ſich geht, welche viel Einfluß auf die Eigenſchaften dieſes Körpers hat. Die undurchſichtige arſenichte Säure wird weit leichter in Pulver verwandelt und löſt ſich auch beſſer im Waſſer auf als die andere.

Wirft man arſenichte Säure auf eine glühende Kohle, oder einen andern glühenden Körper, ſo verflüchtigt ſie ſich ſogleich und ihr Dampf verdichtet ſich in der Luft und bildet daſelbſt einen weißen Rauch, deſſen Knoblauchgeruch ſo ſtark iſt, daß man hierdurch ſehr unbedeutende Quantitäten arſenichte Säure erkennen kann. *) Durch die Hitze wird ſie nicht zerſetzt; der Sauerſtoff und die Luft ſind alle beide ohne Wirkung darauf.

354. Die arſenichte Säure iſt im Waſſer löslich, und zwar mehr im warmen als im kalten; ſie trennt ſich von ihren geſättigten Auflöſungen in der Wärme, in kryſtalliniſcher Form, als kleine zuweilen durchſichtige Tetraeder, die jedoch meiſt milchweiß ſind. Nach Guibourt findet ein ſehr merklicher Unterſchied in der abſoluten Löslichkeit zwiſchen der glaſigen arſenichten Säure und der durch den Einfluß der Luft undurchſichtig gewordenen Statt. Letztere iſt mehr löslich als die andere, wie man aus folgender Tabelle ſieht.

100 Theile Waſſer enthalten.	Undurchſichtige Säure.	Durchſichtige Säure.
Auflöſung geſättigt bei 15° C . .	1,25 . .	0,96
Auflöſung geſättigt bei 100° C . .	11,47 . .	9,68
Auflöſung geſättigt bei 100° C und hierauf zwei Tage lang auf 15° abgekühlt	2,90 . .	1,78

Dieſe für gerichtlich mediziniſche Unterſuchungen ſehr nützlichen Thatſachen ſind ſehr ſchwierig zu erklären. Guibourt iſt geneigt zu glauben, daß das Ammoniak bei der Löslichkeit der undurchſichtigen arſenichten Säure nicht ohne Einfluß iſt, ob man gleich die Gegenwart deſſelben darin noch nicht hat nachweiſen können.

355. Zuſammenſetzung. Thénard beſtimmte ſie direkt, indem er ein bekanntes Gewicht metalliſches Arſenik

*) Nach Berzelius beſitzt die dampfförmige arſenichte Säure durchaus keinen beſtimmten charakteriſirenden Geruch, ſondern nur wenn ſie mit brennbaren Stoffen in der Hitze zuſammenkömmt, giebt ſich der eigenthümliche Knoblauchgeruch zu erkennen, welcher blos dem in dieſem Falle reduzirt werdenden und ſich verflüchtigenden metalliſchen Arſenik angehört. A. u. E.

in Sauerſtoffgas verbrannte und die Menge des Gaſes, welche bei dieſer Verbrennung abſorbirt wurde, maß. Die arſenichte Säure wird gebildet aus:

2 At. Arſenik	=	940,77	oder	75,82
3 At. Sauerſtoff	=	300,00		24,18
1 At. Arſenichte Säure	=	1240,77		100,00

356. Benützung. Die arſenichte Säure dient zur Bereitung aller der Produkte, denen das Arſenik zur Baſis dient. In den Künſten wendet man ſie an, um verſchiedene grüne Farben zu bereiten, als das Scheeleſche Grün, Schweinfurther Grün, Mineral-Grün. Erſteres iſt arſenichtſaures Kupfer, die übrigen ſind Verbindungen von arſenichtſaurem und eſſigſaurem Kupfer. Dieſe ſchönen Farben werden vorzüglich bei der Fabrikation der Tapetenpapiere angewendet. Auch zum Glas ſetzt man oft arſenichte Säure, aber in ſehr geringer Quantität.

Die fürchterliche Wirkung der arſenichten Säure auf das thieriſche Leben iſt bekannt genug. Sie ſchmeckt ſcharf und eckelerregend; ſie erzeugt auf dem thieriſchen Gewebe rothe brandige Flecken und bewirkt bald, wenn ſie längere Zeit damit in Berührung iſt, Geſchwüre und ſelbſt eine völlige Zerſtörung der berührten Stelle. In der Medizin wird dieſe Eigenſchaft benützt und die arſenichte Säure macht einen Beſtandtheil verſchiedener äußerlicher Heilmittel aus, die beſtimmt ſind, das Fleiſch anzugreifen oder zu zerſtören. Hieher gehört z. B. das Ätzpulver von frère Côme.

Zum Vergiften der Mäuſe macht man gewöhnlich einen Teich aus Mehl und Schweinfett mit Mandeln und arſenichter Säure. Nimmt man zu viel arſenichte Säure, ſo rühren es die Mäuſe nicht an, indem ſie ohne Zweifel durch den unangenehmen Geruch abgeſchreckt werden.

In einer andern Form wendet man die arſenichte Säure auch an, um die präparirten Felle, ausgeſtopfte Vögel, überhaupt alle thieriſche, in Naturalienkabinetten aufbewahrte Gegenſtände vor Inſekten zu ſichern. Dieſes Arſenikpräparat kennt man unter dem Namen der Bécoeur'ſchen Seife, der es erfunden hat. Es beſteht aus:

Weißer Seife	100 Theile
Arſenichter Säure	100
Kohlenſaurem Kali	36
Kampher	15
Ungelöſchtem Kalk	12

Man ſchabt die Seife, thut ſie in ein Gefäß mit etwas Waſſer und läßt ſie bei gelindem Feuer ſchmelzen. Hierauf wird das kohlenſaure Kali und der ungelöſchte Kalk in Pulver zugeſetzt. Man mengt es gut, fügt nach und nach die gleichfalls gepulverte arſenichte Säure hinzu und läßt das Ganze erkalten. Man thut dann den Kampher in einen Mörſer, gießt einige Tropfen Weingeiſt hinzu und zerreibt ihn, ſonſt würde ſich derſelbe nicht pulvern laſſen. Dieß Pulver mengt man kalt mit der präparirten Seife, um den Kampherverluſt, welcher durch die Hitze bewirkt werden könnte, zu vermeiden.

Man hebt die Seife nun ſo zubereitet zum Gebrauche auf. Wenn man ſie mit etwas Waſſer angerührt hat, um einen Brei zu bilden, ſo läßt ſie ſich mit dem Pinſel auftragen. Dieſes Präparat haucht beſtändig den Geruch von Arſenikwaſſerſtoffgas aus. Es hat den doppelten Vortheil, daß es bis zu den Inſekten dringt, welche einen Ort aufſuchen, um ihre Eier abzuſetzen und daß es diejenigen tödtet, welche der Zufall auf Körper führte, die man vor ihnen ſchützen will.

357. Bereitung. Die arſenichte Säure findet man in mehrern Bergwerken, immer jedoch nur ſparſam und in kleiner Quantität. Man verſchafft ſich dieſelbe entweder abſichtlich oder erhält ſie nur zufällig als Nebenprodukt, indem man verſchiedene Erze, welche Arſenikverbindungen enthalten, und vorzüglich den Arſenikkies, ein Gemenge aus Schwefel- und Arſenikeiſen, das man auf Arſenik bearbeitet, unter Luftzutritt erhitzt; hiezu dienen auch Kobalterze, Gemenge von Schwefel- und Arſenikkobalt, die man zur Gewinnung des Kobalts benützt und verſchiedene Zinnerze, welche Arſenikkies enthalten.

Während des Röſtens dieſer verſchiedenen Erze, gehen die mit Arſenik verbundenen Metalle in den Oxydationszuſtand über; das Arſenik ſelbſt wird in arſenichte Säure verwandelt, und da die, ſich möglicher Weiſe bildenden arſenicht-

ſauren Salze durch die Hitze zerſetzt werden, ſo verflüchtigt ſich die Säure. Dieſe Methode iſt die einfachſte, welche man kennt, um das Arſenik aus den es enthaltenden Erzen auszuſcheiden; hieraus ſieht man, daß aller aus der Erde gewonnene Arſenik zuerſt in arſenichte Säure verwandelt wird, welche nachher zu allen übrigen arſenikhaltigen Kunſtprodukten dient, wie wir dieß ſpäter zeigen werden (376).

Arſenikſäure.

(Synonyme. Lat. Acidum arsenicicum. Franz. Acide arsenique.)

358. Eigenſchaften. Die aus dieſer Säure gebildeten Salze waren ſchon lange bekannt, als es Scheele gelang, ſich reine Arſenikſäure zu verſchaffen. Dieſe Säure iſt feſt, weiß, ſchwerer als Waſſer, kryſtalliſirt nicht, iſt noch viel giftiger als die arſenichte Säure und wird durch die Glühhitze in Sauerſtoff und arſenichte Säure zerſetzt. Im Waſſer iſt ſie nicht löslich; ihr Geſchmack iſt ſehr ſauer, ja ſelbſt ätzend. Ihre Verwandtſchaft zum Waſſer iſt ſo ſtark, daß ſie zerfließlich iſt an der Luft; übrigens bildet ſie aber kein unzerſetzbares Hydrat, wie viele andere Säuren und verliert alles Waſſer ſchon in einer Temperatur, welche die Glühhitze nicht erreicht.

359. Bereitung. Dieſe iſt einfach und leicht: man bringt in eine Glasretorte einen Theil gepulverte arſenichte Säure, zwei Theile Chlorwaſſerſtoffſäure und vier Theile Salpeterſäure, wie ſie im Handel vorkommt. Man deſtillirt bei gelinder Wärme, indem man in einer Vorlage die Dämpfe der nicht verwendeten Säure verdichtet und die erzeugten Gaſe durch ein Abzugsrohr in den Schornſtein leitet. Die Salpeterſäure tritt eine Portion ihres Sauerſtoffgehalts der arſenichten Säure ab und verwandelt ſich in Stickſtoffoxyd, das entweicht. Die Chlorwaſſerſtoffſäure macht die arſenichte Säure mehr löslich und ihre Anwendung hat nur dieſen Zweck, denn man kann die arſenichte Säure mittelſt der Salpeterſäure allein in Arſenikſäure verwandeln; dann geſchieht aber die Auflöſung ſo langſam, daß die abgeſetzte arſenichte

Säure während der erſten Momente der Operation beſtändige Stöße im Apparat verurſacht.

Iſt die Deſtillation ſo weit gediehen, daß die Flüſſigkeit, welche in der Retorte geblieben iſt, eine Syrupkonſiſtenz annimmt, ſo gießt man ſie in eine Porzellanſchüſſel aus und beendigt die Abdampfung unter gelindem Feuer. Bald tritt ein Punkt ein, wo die Arſenikſäure ſich plötzlich in eine undurchſichtige Maſſe von rein weißer Farbe verwandelt. Will man ſie trocken aufbewahren, ſo muß man ſie noch heiß in Flaſchen mit eingeriebenen Stöpſeln verſchließen.

360. Zuſammenſetzung. Die Arſenikſäure wird gebildet aus:

2 At. Arſenik	=	940,77	oder	65,30
5 At. Sauerſtoff	=	500,00		34,70
1 At. Arſenikſäure	=	1440,77		100,00

Sie entſpricht, wie man hieraus ſieht, der Phosphorſäure und der Salpeterſäure.

Fluor-Arſenik.

(Fluorure d'arsenic.)

361. Zuſammenſetzung. Das Fluor-Arſenik wird gebildet aus:

1 At. Arſenik	=	470,38	oder	57,29
3 At. Fluor	=	350,70		42,71
2 At. Fluorarſenik	=	821,08		100,00

362. Eigenſchaften. Das Fluorarſenik iſt tropfbar flüſſig, flüchtig, farblos, ſchwerer als Waſſer, ſehr giftig; denn es ſetzt die Thiere gleichzeitig den Wirkungen der konzentrirten Fluorwaſſerſtoffſäure und denen der fein zertheilten arſenichten Säure aus. Der kleinſte Tropfen erregt einen tiefen Brand und erzeugt mit zähem Eiter gefüllte Blaſen auf der Haut. Dieſe Brandwunden ſind langwierig und ſchwer heilbar.

Waſſer zerſetzt das Fluorarſenik; es verwandelt daſſelbe in arſenichte Säure und Fluorwaſſerſtoffſäure; an der Luft verbreitet dieſer Körper weiße Dämpfe, die von ſeiner Wirkung auf das hygrometriſche Waſſer derſelben herrühren. Aus

demſelben Grund greift dieſer Körper, der für ſich das Glas nicht verändert, daſſelbe ſelbſt in verſchloſſenen Gefäßen an. Die geringſte Spur von Feuchtigkeit reicht hin, um die Erzeugung von etwas Fluorwaſſerſtoffſäure zu bewirken, welche auf die Kieſelerde des Glaſes wirkt und Waſſer und Fluorkieſel bildet. Da dieſer letztere Stoff gasförmig iſt, ſo kann er leicht üble Zufälle erregen. Iſt nämlich das Fluorarſenik in verſchloſſenen Gefäßen enthalten, ſo zerſprengt es dieſelben mit Exploſion nach Verlauf von einiger Zeit und es würde nicht ohne Gefahr ſeyn, ſie zu öffnen, wenn ſich etwas Fluorkieſel gebildet hat. Auf der andern Seite darf man das Fluorarſenik nicht in offenen oder ſchlecht verſtopften Gefäßen aufbewahren, denn ſonſt wirkt das in der Luft enthaltene Waſſer darauf. Man darf daher dieſen Körper überhaupt niemals aufbewahren; man muß ihn immer friſch bereiten, ſo bald man ſich deſſen bedienen will.

363. Bereitung. Sie iſt ſehr einfach. Man nimmt vier Theile arſenichte Säure und fünf Fluorcalcium, beides wohl pulveriſirt. Beide werden ſorgfältig gemengt, in eine Retorte gebracht und dem Gemenge das Acht oder Zehnfache ſeines Gewichts an ſehr konzentrirter Schwefelſäure zugefügt. Man rührt es gut zuſammen und erhitzt allmählig. Das Fluorarſenik entwickelt ſich mit gasförmigem Fluorkieſel gemengt. Erſteres kondenſirt ſich völlig, wenn man in die Retorte eine U förmige Röhre einpaßt, deren Krümmung von einem erkältenden Gemenge aus Eis und Kochſalz umgeben iſt. Das Fluorkieſel dagegen geht durch die Röhre, ohne ſich zu verdichten und verliert ſich im Kamin. Folgendes iſt der genaue Ausdruck dieſer Reaktion:

Angewendete Atome.

1 At. Arſenichte Säure	=	1240,77
3 At. Fluorcalcium	=	1469,49
3 At. Schwefelſäure	=	1503,48
		4213,74

Erhaltene Atome.

4 At. Fluorarſenik	=	1642,16
3 At. Schwefelſ. Kalk	=	2571,58
		4213,74

Es bildet ſich alſo ſchwefelſaurer Kalk und Fluorarſenik. Die angeführte beträchtliche Menge von Schwefelſäure hat zum Zweck, die Fluorverbindung vor der Zerſetzung zu bewahren, welche ſie durch das Waſſer erleiden würde, das die Schwefelſäure enthielt, welche ſich nunmehr mit dem Kalk verband. Dieſes Waſſer wird von der überſchüſſigen Säure abſorbirt.

Chlorarſenik.

(Synonyme. Arſenikbutter. Franz. **Chlorure d'arsenique.**)

364. Eigenſchaften. Es iſt flüſſig, wie das Fluorarſenik und ebenfalls ſchwerer als Waſſer, farblos und ſehr giftig; es raucht an der Luft und wird bei der Berührung mit dem Waſſer in arſenichte Säure und Chlorwaſſerſtoffſäure verwandelt; es ſiedet bei 132° C. Die Dichtigkeit ſeines Dampfes iſt gleich 6,300. Es kann ſehr gut in wohlverſchloſſenen Glasflaſchen aufbewahrt werden, worin es ſich vom Fluorarſenik unterſcheidet.

365. Bereitung. Hiezu giebt es drei verſchiedene Verfahrungsarten, welche gleich bequem und ſicher in ihrer Anwendung ſind. Die erſte beſteht darin, daß man trocknes Chlor in eine gekrümmte Röhre treten läßt, welche gepulvertes, metalliſches Arſenik enthält und deren Ende in ein mit Eis umgebenes Zylinderglas geht. Man erhitzt hierauf das Arſenik gelinde mittelſt einer Weingeiſtlampe. Das Chlorarſenik fließt nun Tropfen für Tropfen ab und ſo erhält man es in bedeutender Menge. Um es ganz rein darzuſtellen, muß man es über gepulverten Arſenik deſtilliren. Dieß Metall würde Chlorarſenik im Maximum, wenn ſich ſolches bildete, zerſtören.

Die Wirkung des Chlors auf das Arſenik iſt ſo lebhaft, daß dieſes Metall Feuer fängt, wenn man es in Chlorgas wirft. Hier muß man erhitzen, nicht ſowohl um die Reaktion zu erleichtern, als um das gebildete Chlorarſenik zu verflüchtigen.

Müßte man befürchten, daß das angewendete Arſenik durch einige fremde Metalle verunreinigt wäre, ſo iſt es zweck-

mäßiger die arſenichte Säure durch ſich gerade bildende Chlorwaſſerſtoffſäure zu zerſetzen. Dieſe Operation iſt leicht. Man bringt in eine tubulirte Retorte 30 oder 40 Gramme arſenichte Säure mit 300 oder 400 Gramme konzentrirten Schwefelſäure. Man bringt die Temperatur des Gemenges auf 80 oder 100° C. und wirft dann durch die Tubulirung Stükken von geſchmolzenem Kochſalz. Man fährt dabei fort zu erhitzen und Kochſalz hineinzuwerfen, wodurch man Chlorarſenik im Minimum erhält, welches tropfenweiſe aus dem Schnabel der Retorte heraus rinnt und das man in einem erkalteten Gefäß ſammeln kann. Dabei entwickelt ſich wenig oder keine Chlorwaſſerſtoffſäure, aber gegen das Ende der Operation geht oft Chlorarſenikhydrat über, ohne Zweifel, weil alsdann die Schwefelſäure ſchwach geworden iſt. Man erkennt es daran, daß die erhaltene Flüſſigkeit ſich in zwei Schichten ſcheidet. Das reine Chlorid nimmt den Boden des Gefäßes ein; das Chlorhydrat ſchwimmt auf der Oberfläche. Letzteres iſt flüſſig, durchſichtig, weiß, aber eine zähere Flüſſigkeit als das reine Chlorid. Um das Hydrat zu zerſtören, muß man das Produkt mit einem Überſchuß von konzentrirter Schwefelſäure deſtilliren.

Das dritte Verfahren, das älteſte von allen, beſteht darin, ein Gemenge von Queckſilberchlorid oder ätzendem Queckſilberſublimat und metalliſchem Arſenik zu deſtilliren. Es bildet ſich Chlorarſenik und das Queckſilber wird frei. Dieſes Verfahren iſt jedoch zu theuer, um gegenwärtig Anwendung zu finden.

366. Zuſammenſetzung. Sie iſt der Zuſammenſetzung des Fluorarſeniks ähnlich und beſteht aus:

1 At. Arſenik	=	470,38	oder	41,46
3 At. Chlor	=	663,96		58,54
		1134,34		100,00

Man kennt keine Chlorverbindung, welche der arſenichten Säure entſpräche. Doch bilden ſich zuweilen weiße Kryſtalle, wenn man Chlor im Überſchuß auf Arſenik ſtrömen läßt. Dieſe Kryſtalle könnten vielleicht Chlorarſenik im Maximum ſeyn.

Bromarſenik.

(Bromure d'arsenique.)

367. Das Brom verbindet ſich direkt mit dem Arſenik. Das mit Waſſer behandelte Bromarſenik verwandelt ſich in Bromwaſſerſtoffſäure und eine perlmutterartige Subſtanz, welche Bromarſenik und arſenichte Säure enthält. Es wird gebildet aus:

1 At. Arſenik	=	470,38	oder	25,16
3 At. Brom	=	1399,20		74,84
2 At. Bromarſenik	=	1869,58		100,00

Jodarſenik.

(Jodure d'arsenique.)

368. Man erhält das Jodarſenik leicht, wenn man einen Theil Arſenik in Pulver und drei oder vier Theile Jod mit einander mengt. Man bringt das Gemenge in eine Retorte und erhitzt ſchwach; beide Körper verbinden ſich und das gebildete Jodarſenik ſchmilzt. Man läßt die Retorte erkalten, zerbricht ſie, bringt dann die Maſſe in eine andere kleine Retorte und deſtillirt ſie. Das Jodarſenik verflüchtigt ſich und das überſchüſſige Arſenik bleibt in der Retorte zurück. Das ſo bereitete Jodarſenik entſpricht der arſenichten Säure.

Es wird gebildet aus:

1 At. Arſenik	=	470,38	oder	16,67
3 At. Jod	=	2350,05		83,33
		2820,43		100,00

Das Jodarſenik iſt feſt, dunkelpurpurroth, ſchmelzbar, flüchtig, ſchwerer als Waſſer; von der Flüſſigkeit wird es zer- Dabei ſollte ſich nur arſenichte Säure und Jodwaſſerſtoffſäure bilden oder Jodwaſſerſtoffſäure und eine Verbindung von arſenichter Säure und Jodarſenik. Doch iſt dieß nicht ſo der Fall, wie es ſcheint. Es bildet ſich zwar Jodwaſſerſtoffſäure und arſenichte Säure, allein es erzeugt ſich außerdem noch eine perlmutterartige Maſſe, welche beim Abdampfen und Erkalten dieſer Flüſſigkeit ſich abſetzt und welche ein Jodarſenik im Minimum zu ſeyn ſcheint. Dieß Pro-

dukt iſt weiß, kryſtalliſirt in glänzenden Nadeln und wird durch die Hitze in Arſenik und Jodarſenik zerſetzt. Dieß zufällige Phäenomen rührt von der Anweſenheit eines Überſchuſſes an Arſenik in dem auf die oben angegebene Weiſe bereitetem Jodarſenik her. Vielleicht würde das nicht der Fall ſeyn in einem Jodarſenik mit überſchüſſigem Jod, oder in einem Jodarſenik von beſtimmten Proportionen. Vergleiche die Beobachtungen von Plißon, Sérullas, und Hottot über dieſen Stoff. (Journal de Pharmacie, Januar und März 1828.)

Schwefelarſenik.

(Sulfures d'arsenique.)

369. Es giebt wenigſtens drei Verbindungen des Schwefels mit Arſenik. Die am meiſten Schwefelhaltige entſpricht der Arſenikſäure, die zweite der arſenichten Säure, die dritte enthält noch weniger Schwefel und entſpricht einem unbekannten Oxyd, das zwiſchen dem ſchwarzen Oxyd, und der arſenichten Säure die Mitte hält. Berzelius beſchrieb ſogar eine vierte noch weniger ſchwefelhaltige Verbindung; ihre Zuſammenſetzung ſcheint jedoch zweifelhafter zu ſeyn, als die der drei vorhergehenden. Die verſchiedenen Arten von Schwefelarſenik finden häufig ſchon intereſſante Anwendung als Färbeſtoffe; ſie ſpielen in den Künſten eine bedeutende Rolle, wegen ihrer Wohlfeilheit und der Menge gefärbter Verbindungen, welche ſie darſtellen können. Die drei erſten oben angegebenen ſpielen in der That die Rolle einer mächtigen Säure und bilden gefärbte Salze, indem ſie ſich mit andern Schwefelmetallen oder ſelbſt Metalloxyden verbinden, wie dieß Berzelius zeigte. Houton Labillardiere wandte dieſe Verbindungen bereits in der Kattundruckerei an.

370. Arſenikſchwefel oder dritthalb Schwefelarſenik. (Sulfure arsenique ou Persulfure d'arsenic.) Es iſt feſt, durch Präcipitation bereitet zitrongelb gefärbt und unauflöslich in Waſſer. Erhitzt ſchmilzt es anfangs, dann verflüchtigt es ſich ohne Zerſetzung. Wäh-

rend des Schmelzens nimmt es das Anſehen einer klebrigen dunkelbraunen Maſſe an, welche nach dem Erkalten blaß gelblich roth wird. Es röthet das Lackmus nicht in der Kälte, röthet ihn aber beſtändig bei einer Temperatur, die dem Siedepunkt des Waſſers gleich kommt. Kochender Weingeiſt zerſetzt es theilweiſe, verwandelt es in eine niedrigere Schwefelverbindung und ſchwängert ſich ſelbſt mit Schwefel. Kalt, noch leichter aber in der Wärme, löſt es ſich in alkaliniſchen und Schwefelkaliauflöſungen auf; es treibt die Schwefelwaſſerſtoffſäure aus den ſchwefelwaſſerſtoffſauren Schwefelverbindungen, eben ſo wie die Kohlenſäure aus den kohlenſauren und doppelkohlenſauren Verbindungen. In allen dieſen Fällen vermöge mehr oder minder verwickelter Reaktionen bilden ſich Verbindungen aus Schwefelarſenik mit dem Schwefelalkali, das entweder ſchon vorhanden war oder auf Koſten eines Theils von Schwefelarſenik erzeugt wurde, deſſen Metall in arſenichte Säure übergieng.

Man erhält es, indem man einen Strom von ſchwefelwaſſerſtoffſaurem Gas in eine Auflöſung von Arſenikſäure leitet, oder beſſer, indem man ein aufgelöſtes Arſenikalkali mit gleichfalls aufgelöſtem Schwefelkalium oder Schwefelnatrium mengt und einen Überſchuß von Chlorwaſſerſtoffſäure in das Gemenge gießt. Das Schwefelarſenik ſchlägt ſich in gelben Flocken ſehr langſam im erſten, ſchneller aber im zweiten Fall nieder. Man bringt es dann auf ein Filtrum und wäſcht es aus.

Gemäß des zu ſeiner Bereitung angewendeten Verfahrens muß es beſtehen aus:

2 At. Arſenik	=	940,77	oder	48,08
5 At. Schwefel	=	1005,80		51,92
1 At. dritthalb Schwefelarſenik	=	1946,57		100,00

371. Arſenichter Schwefel oder anderthalb Schwefelarſenik. Operment. (Sulfure arsenieux ou Sesquisulfure d'arsenic.) Dieſes gleicht dem vorigen faſt in jeder Hinſicht, es iſt ebenfalls gelb, aber dunkler von Farbe. Es iſt ſchmelzbar, flüchtig und es wirkt auf die Baſen und Schwefelkalien, wie das vorhergehende. Seine

Dichtigkeit iſt 3,45. Man findet es in der Natur bald in Maſſen, welche aus halbdurchſichtigen und biegſamen Blättern beſtehen, bald in prismatiſchen Kryſtallen. Iſt ſein Gefüge blätterig, ſo iſt die Oberfläche der Blätter ſchön goldgelb glänzend. Die einzelnen Blätter laſſen ſich leicht von einander trennen. So findet ſich das Operment in Perſien. Noch öfter trifft man es in kompacten und glanzloſen Maſſen von unbeſtimmter Form, wie z. B. das chineſiſche Operment. Gewöhnlich iſt es mit etwas Realgar gemengt, welches ihm ein lebhaftes Ausſehen giebt, wie es das künſtliche Operment nicht beſitzt.

Es entſpricht der arſenichten Säure und wird gebildet aus:

2 At. Arſenik	=	940,77	oder	60,92
3 At. Schwefel	=	603,48		39,08
1 At. anderthalb Schwefelarſenik	=	1544,25		100,00

372. Das Operment wird leicht gewonnen: 1) wenn man Schwefelwaſſerſtoffſäure in Auflöſungen von arſenichter Säure bringt; 2) wenn man ein Gemenge von Schwefelkalium und arſenichtſaurem Kali mit Chlorwaſſerſtoffſäure behandelt; 3) wenn man Schwefel und Arſenik in angemeſſenen Verhältniſſen mengt und deſtillirt; 4) wenn man ein Gemenge aus Schwefel und arſenichter Säure deſtillirt. In letzterem Fall entwickelt ſich ſchwefelichtſaures Gas, ſo wie ſich auch Schwefelarſenik gemengt mit arſenichter Säure, welche der Reaktion entging, ſublimirt.

Die Farbenhändler beziehen das Operment aus Perſien oder China; ſie bezeichnen es mit dem Namen orpin doré, und ziehen das aus Perſien dem andern vor. Auch in Ungarn, Siebenbürgen, Georgien, Natolien und in einem großen Theil des Orients findet es ſich, wo man es als Mittel, das die Haare ausgehen macht, anwendet.

Das künſtliche Operment, durch Sublimation bereitet, iſt nicht ſchön genug, um es als Farbe gebrauchen zu können. Es enthält auch immer arſenichte Säure in großer Menge, was ſeinen Gebrauch gefährlich macht. Nur in der Färberei wird es gebraucht, wo man ſich ſeiner bedient, um

den Indigo in der kalten Küpe aufzulöſen *). Nach Guibourt iſt ſeine Dichtigkeit 3,648 bis 3,604.

573. Schwefelarſenik oder Realgar. (Sulfure d'arsenic.) Es wird gebildet aus:

1 At. Arſenik	= 470,38	oder	70,04
1 At. Schwefel	= 201,16		29,96
	671,54		100,00

Es gleicht den vorhergehenden in Hinſicht ſeiner Schmelzbarkeit, Flüchtigkeit und der Reaktion der Baſen oder Schwefelkalien, unterſcheidet ſich aber davon durch die Farbe, welche roth oder orangeroth iſt. Seine Dichtigkeit iſt gleich 3,523. Man erhält es, indem man das Arſenik mit einer gehörigen Menge Schwefel oder ein Gemenge aus Operment und Schwefel oder auch ein Gemenge aus arſenichter Säure, Kohle und Schwefel in angemeſſenen Verhältniſſen deſtillirt. Das künſtliche Realgar enthält ebenfalls arſenichte Säure, aber weit weniger als das Operment. Seine Dichtigkeit iſt nur 3,243 nach Guibourt.

Man findet es gleichfalls im natürlichen Zuſtand in den Urgebirgen, in denſelben Lagern, wie das metalliſche Arſenik; auch kommt es faſt in allen Vulkanen vor. Faſt immer iſt es von Operment begleitet.

In China macht man Pagoden (Götzenbilder) und Reinigungsgefäße davon, deren man ſich bedient, um vegetabiliſche Säuren hineinzugießen, welche man hierauf ſogleich trinkt. Es iſt jedoch ein Gift, wie alle übrigen Arſenikpräparate. Gepulvert liefert es eine ſchöne orangerothe Farbe, welche man in der Malerei anwendet.

574. Unter-Schwefelarſenik. (Sous-Sulfure d'arsenic). Behandelt man das Realgar mit konzentrirter Kaliauflöſung, ſo erzeugt ſich Schwefelkalium, arſenichtſaures Kali und zu gleicher Zeit zerfällt das zurückbleibende Realgar in Operment, welches ſich mit dem Schwefelkalium verbindet und in Unter-Schwefelarſenik, welches ſich niederſchlägt. Daſſelbe geſchieht, wenn man das Operment

*) Das Natürliche wird häufig pulveriſirt als Malerfarbe angewendet und iſt als ſolche im Handel unter dem Namen Königsgelb bekannt. A. u. E.

ſo behandelt. Es bildet ſich dann drittↄalb Schwefelarſenik und Unter-Schwefelarſenik. Dieſe Verbindung iſt ein braunes Pulver. Erhitzt zerſetzt es ſich in metalliſches Arſenik und in ein Schwefelarſenik, welches keinem der bis jetzt bekannten entſpricht. Es löſt ſich nicht in Waſſer auf und fängt an der Luft zuweilen Feuer. Es wird dann in arſenichte Säure und in Operment verwandelt. Das Unter-Schwefelarſenik wird gebildet aus 96,56 Arſenik und 3,44 Prozent Schwefel; dieß entſpricht dem Verhältniß von 12 At. Arſenik auf 1 At. Schwefel. Berzelius vermuthet, daß dieſe Zuſammenſetzung einen Antheil Arſenik als Waſſerſtoffarſenik enthält; aber er konnte die Gegenwart des Waſſerſtoffs nicht ſicher nachweiſen.

375. Die Schwefelarſenikverbindungen ſind der Gegenſtand vieler Unterſuchungen geweſen; nichts deſtoweniger herrſcht auch einige Ungewißheit in Bezug auf ihre Klaſſifikation. Wahrſcheinlich giebt es zuſammengeſetzte Schwefelarſenikverbindungen, welche man oft mit den aufgezählten einfachen aus Mangel einer genauen Analyſe verwechſelt. Man darf übrigens nicht außer Acht laſſen, daß die natürlichen Schwefelarſenikverbindungen nicht ſehr giftig ſind, was dagegen im hohen Grade von den künſtlichen gilt, weil ſie freie arſenichte Säure enthalten.

Das Operment und das Realgar werden in der Malerei gebraucht. Doch darf man ſich derſelben niemals mit kohlenſaurem Blei gemengt bedienen, denn die Farben würden ſogleich ſchwarz werden, weil ſich etwas ſchwarzes Schwefelblei bilden würde.

Alle Schwefelarſenikverbindungen laſſen ſich leicht daran erkennen, daß ſie in Berührung mit der Luft zum Glühen erhitzt, nach ſchwefelichter Säure und Knoblauch riechen, welcher letztere Geruch der arſenichten Säure eigenthümlich iſt *).

Man bereitet ſie im Großen durch einfache Verfahrungsarten, welche wir hier nach **Héron de Villefosse** angeben wollen.

---

*) S. Anmerkung S. 436.

Behandlung der Arſenikerze.

Die Handelsprodukte, die man in den Hütten, in welchen man das Arſenik behandelt, gewinnt, ſind mehrfacher Art; man unterſcheidet darunter: 1) glaſige arſenichte Säure oder weißes Arſenik; 2) gelbes Schwefelarſenik oder Operment (Auripigment); 3) rothes Schwefelarſenik oder oder Realgar; 4) das metalliſche ſublimirte Arſenik oder ſchwarzes Arſenik.

377. Arſenichte Säure. Um dieß Produkt zu erhalten, behandelt man entweder den aus den Arſenikgruben kommenden Arſenikkies, oder die arſenichte Säure im Pulver, welche in den Sublimationskammern, die über den in Zinn und Kobaltwerken angewendeten Öfen ſich befinden, geſammelt wurde. Will man Arſenikkies behandeln, wie in Geyer in Sachſen und in Reichenſtein in Schleſien, ſo fängt man damit an, daß man ihn in einem Revirbirofen röſtet, um zuerſt arſenichte Säure in Pulverform zu erhalten. Dieſe wird ſublimirt und condenſirt ſich in den über dem Ofen, an der Baſis des Kamins, errichteten Kammern. Sie beſtehen aus beweglichen Backſteinen, ſo daß man von Zeit zu Zeit hineingehen kann, um die arſenichte Säure zu ſammeln. Durch dieſe erſte Behandlung verſchafft man ſich ein Produkt, das dem vollkommen ähnlich iſt, welches bei der Behandlung des Zinns und Kobalts gewonnen wird (357).

378. Da die arſenichte Säure in Pulverform zu gefährlich iſt, ſo verwandelt man ſie in glaſige arſenichte Säure, um ihren Transport zu erleichtern. Um dieß zu bewerkſtelligen, reicht es hin, wenn ſie von Schwefel frei iſt, ſie einer abermaligen Sublimation ohne allen Zuſatz zu unterwerfen; im entgegengeſetzten Fall ſetzt man Kali bei und ſchreitet dann zur Sublimation.

Der in Reichenſtein in Schleſien gebrauchte Apparat iſt ein Zugofen, deſſen oberer Theil eine horizontale, über einem Feuerheerd, der das Material zum Brennen enthält, gelegene Fläche darſtellt. Dieſe ſehr einfache Vorrichtung ſtellt äußerlich die Form eines rechtwinkeligen Parallelepipedums dar, das ohngefähr 12 Fuß lang, ſechs Fuß breit

und 4 Fuß hoch über dem Boden der Hütte iſt. In dem obern Theil des Ofens ſind zwei Becken von Gußeiſen angebracht und zwar ſo, daß der äußere konvexe Boden der Einwirkung des Feuers blos geſtellt iſt. Jedes dieſer Becken ſtellt beinahe einen Zylinder von zwei Fuß Durchmeſſer und derſelben Höhe dar; jedes hat an ſeinem obern Theil einen vorſpringenden Rand, welcher ſich an die obere Fläche des Ofens anlegt. In dieſe Becken bringt man die pulverige arſenichte Säure. Über jedes Becken erhebt ſich ein Helm von Blech oder Gußeiſen. Dieſer Helm, der als Rezipient dient, ſtellt einen vier Fuß hohen Zylinder dar, welcher denſelben Durchmeſſer als das ihm zugehörige Becken hat; er endigt ſich aber in einen Kegel von 1 Fuß Höhe, auf welchem ſich wieder ein Blechrohr von einigen Zollen im Durchmeſſer befindet; dieß Rohr geht in eine obere Kondenſationskammer, von welcher ein Abzugskanal ausgeht, der an ſeinem Ende offen iſt.

In jedes Becken bringt man drei und einen halben Zentner arſenichte Säure in Pulver, deckt dann den Helm darauf und verſtreicht die Fugen mit einem Kitt aus Lehm, Rindsblut und Haaren. Man erhitzt den Ofen 12 Stunden lang, wobei man anfangs ſehr mäßig feuert. Nach Ablauf dieſer Zeit läßt man den ganzen Apparat bis zum andern Morgen erkalten, nimmt dann den Helm weg und findet an demſelben glaſige arſenichte Säure, welche ſich darin ſublimirt hat. Um dieſelbe aus dem Helm zu bringen, darf man nur ganz leicht auf den Helm ſchlagen; ſodann packt man die Stücke, welche von guter Qualität ſind, in Fäſſer und bewahrt die unreinen Stücke, ſo wie auch den Rückſtand, der ſich im Becken befindet, für eine folgende Operation auf. Aus drei und einem halben Zentner pulveriger arſenichter Säure erhält man ohngefähr drei Zentner glaſige arſenichte Säure oder weißes Arſenik. Iſt das angewendete Brennmaterial Steinkohle, wie zu Reichenſtein in Schleſien, ſo braucht man zu jedem Zentner glaſiger arſenichter Säure, die man in dem Rezipienten erhält, ungefähr 90 Pfund Steinkohle.

379. Gelbes Schwefelarſenik, Operment. Um das gelbe Arſenik zu bereiten, wendet man in der obener-

wähnten Fabrik denſelben Apparat an; man verfährt auch ganz ſo bei der Operation, nur mit dem Unterſchied, daß man in jedes Becken zu vierthalb Zentner pulveriger arſenichter Säure 9 Pfund und mehr reinen Schwefel mengt, wenn ſie ſchon Schwefel enthält; enthält ſie keinen Schwefel, ſo thut man einen halben Zentner rohen Schwefel hinzu. Dieſe Quantität iſt aber zu gering; man dürfte fünf mal ſo viel Schwefel dazu thun, um die arſenichte Säure in gelbes Schwefelarſenik und ſchwefelichte Säure zu verwandeln. Das ſo bereitete gelbe Arſenik muß (372) eine Menge freier arſenichter Säure enthalten, welche wenigſtens zwei Dritttheilen ſeines Gewichts gleich iſt.

In einigen Hütten, wo man Arſenik behandelt, begnügt man ſich, für die erwähnten Operationen oben offene Helme anzuwenden, während der übrige Apparat unverändert derſelbe iſt. Sind die gußeiſernen Becken bis zum Glühen erhitzt, ſo wirft man allmählig einige Pfunde pulverförmige arſenichte Säure durch die Öffnung des Helms und deckt ihn nachher mit einem Ziegelſtein zu; der beſchriebene Apparat iſt mehr geeignet, die Arbeiter vor den verderblichen Arſenikdämpfen zu ſchützen; ſie ſind außerdem noch durch den lebhaften Zug der Schornſteine und dadurch, daß ſie den Mund mit einem Tuch bedecken, geſchützt.

380. Zuweilen bereitet man das gelbe Schwefelarſenik in einem Galeerenofen, indem man irdene Retorten anwendet und darin ein Gemenge von Arſenikkies und Schwefelkies deſtillirt; dann bringt man zum Arſenikkies, der lange der freien Luft ausgeſetzt war, ungefähr ein Zehntheil ſeines Gewichts an reinem Schwefelkies und verfährt dann wie beim rothen Schwefelarſenik.

Es iſt leicht begreiflich, daß dieſe Verfahrungsarten mehrerlei Modifikationen fähig ſind, je nach den Proportionen der Gemenge, nach der Beſchaffenheit der angewendeten Subſtanzen und der Qualität der Produkte, welche man erhalten will. Die Regeln, welche in dieſer Beziehung als Richtſchnur dienen, müſſen von der Zuſammenſetzung der beiden Arten von Schwefelarſenik, ſo wie derjenigen der angewendeten Subſtanzen abgeleitet werden.

381. Rothes Schwefelarſenik, Realgar. Um rothes Schwefelarſenik zu erhalten, bedient man ſich eines Galeerenofens (Taf. 12. Fig. 3 bis 5), in welchem ſich zwei Reihen von irdenen Retorten aufgeſtellt befinden. Jede dieſer Retorten iſt mit einem Gemenge aus Lehm, Eiſenfeile, Blut, Haaren und Alaun beſchlagen und jede wiederum mit einem irdenen Rezipienten zuſammengekittet, welcher auſſerhalb des Ofens ſich befindet. Der Rezipient iſt mit einigen kleinen Öffnungen verſehen, damit das erſte Gas, welches ſich während der Operation bildet, entweichen kann. Dieſe kleinen Öffnungen werden bald von dem ſich ſublimirenden Schwefelarſenik verſtopft; man macht ſie aber wieder auf, ſobald es zur Verhütung einer Exploſion nöthig iſt. Die Retorten werden zu zwei Drittheilen ihres Raumes mit einem geeigneten Gemenge, entweder von Arſenikkies und Schwefelkies oder pulveriger arſenichter Säure und rothem Schwefel, angefüllt. In letzterem Fall muß man, um ſchwefelichte Säure und rothes Schwefelarſenik zu erzeugen, drei Theile arſenichte Säure und zwei Theile Schwefel nehmen.

Das Feuer muß anfänglich vorſichtig geleitet und dann 8 Stunden lang unterhalten werden; nach dieſer Zeit läßt man den Apparat erkalten und nimmt dann das rothe Schwefelarſenik, das mit gelbem gemengt iſt, aus der Vorlage; letzteres wird abgeſondert und bei einer neuen ähnlichen Operation wiederum angewendet.

Das rothe Schwefelarſenik, das man auf dieſe Weiſe erhält, unterwirft man einer Schmelzung, um es zu reinigen. Dieſe gefährliche Arbeit wird unter einem ſtark ziehenden Schornſtein ausgeführt. Hierauf wird nun dieſes Produkt entweder in eingemauerten gußeiſernen Keſſeln, oder in beweglichen Zylindern von Eiſenblech geſchmolzen, welche man faſt vertikal aufſtellt. In beiden Fällen gießt man die flüſſige Maſſe, nachdem ſie von der ſich darauf bildenden Schlacke gereinigt wurde, ſchnell in Formen von Eiſenblech, welche man ſogleich mit ihren Deckeln verſchließt und ſie ſo lange ſtehen läßt, bis ſie erkaltet ſind. Erſt dann nimmt man das rothe Schwefelarſenik ſtückweiſe heraus und thut es in Fäſſer, wo es dann in den Handel kommt. Die Rückſtände,

welche die Retorten enthalten, werden bei der Fabrikation des ſchwefelſauren Eiſens angewendet.

332. **Metalliſches Arſenik.** Das Arſenik wird in demſelben Apparat ſublimirt, wie das rothe Schwefelarſenik. Um dieß Metall zu erhalten, bringt man in die Retorte pulverige arſenichte Säure, wozu man entweder etwas gepulverte Kohle, Eiſenfeile und Kalk, oder reinen, geſtoßenen Arſenikkies thut; letzteres ſcheint am vortheilhafteſten zu ſeyn. Im erſtern Fall bemächtigt ſich die Kohle des Sauerſtoffs der arſenichten Säure und bildet Kohlenoxyd; das Eiſen und der Kalk bemächtigen ſich des Schwefels, ſobald die angewendete Säure Schwefelarſenik enthält, was oft der Fall iſt.

Im zweiten Fall entweicht ſchwefelichte Säure und metalliſches Arſenik; es bleibt ein Gemenge aus Eiſenoxyd und Schwefeleiſen im Minimum zurück.

Bevor man jede der Retorten mit dem zugehörigen Rezipienten zuſammen kittet, bringt man zwiſchen dieſe beiden Gefäße eine einfach zuſammengerollte Platte von Blech, ſo daß das dadurch gebildete kleine Rohr in den Hals der Retorte ſowohl, als in den Hals des Rezipienten zu liegen kommt. Hierauf verkittet man den Apparat, erhitzt dann und verfährt überhaupt ganz wie beim rothen Schwefelarſenik. Iſt der Apparat erkaltet, ſo nimmt man die Röhren von Eiſenblech weg und rollt ſie auf; ſie enthalten ſublimirtes Arſenik im metalliſchen Zuſtande.

Dieſer Körper ſtellt ſich in kleinen glänzenden Kryſtallgruppen dar, welche an der Luft bald ſchwarz werden. Im Hals des Rezipienten findet man übrigens ein Gemenge aus Arſenik und arſenichter Säure, das zuweilen in dieſem Zuſtand, unter den Namen Fliegenſtein, in den Handel kommt; endlich erhält man auch noch im Innern der Gefäße ſchwarzes, pulveriges Arſenik, welches von Neuem zu einer ähnlichen Operation angewendet wird. Der in den Retorten bleibende Rückſtand iſt zur Fabrikation des ſchwefelſauren Eiſens brauchbar.

Capitel XII.

Bor. — Borſäure. — Fluorbor. — Chlorbor und Schwefelbor.

383. Man kennt unter dem Namen Tinkal oder Borax ein Salz, das urſprünglich aus einigen indiſchen Seen kam, welche lange Zeit die einzigen Quellen waren, aus welchen man ſich dieſen Stoff für den Handel verſchaffte. Dieſes Salz war lange Zeit der Gegenſtand nutzloſer oder wenigſtens in ihren Reſultaten ungewiſſer Unterſuchungen. Endlich gelangte man dahin, die Gegenwart von Natron und ſpäter von einer eigentlichen Säure in demſelben nachzuweiſen, welche man Boraxſäure nannte. Vor einigen Jahren zerlegten Thenard und Gay-Luſſac die Borſäure ſelbſt und zeigten, daß ſie aus einer eigenthümlichen Subſtanz, welche alle Eigenſchaften eines einfachen Körpers beſitzt, und einer beſtimmten Quantität Sauerſtoff gebildet iſt.

Der einfache Körper erhielt den Namen Bor. Berzelius unterſuchte ihn wiederum aufs Neue in der letzten Zeit und ihm verdanken wir die genauere Kenntniß der meiſten Verbindungen, mit welchen wir uns nun beſchäftigen wollen.

In neueſter Zeit wurde die Boraxſäure in einigen italieniſchen Seen in ſo beträchtlicher Menge gefunden, daß es jetzt möglich iſt, ſie zu mehreren techniſchen Zwecken in Fabriken anzuwenden.

Bor.

(Synonyme. Boron. Lat. Borum. Franz. Bore.)

384. Eigenſchaften. Es iſt ein pulveriger Stoff von grünlich brauner Farbe, ſchwerer als Waſſer, völlig unſchmelzbar und wird durch das heftigſte Feuer nicht verflüchtigt. Er iſt geruch und geſchmacklos und ein ſchlechter Wär-

me- und Elektrizitätsleiter. Im Waſſer iſt er, ſo wie in den meiſten bekannten Auflöſungsmitteln, nach dem er geglüht worden, unlöslich. Aber als Hydrat geht er, wenn er in reinem Waſſer aufgelöſt iſt, zugleich mit durch das Filter und ſchlägt ſich nur nieder, wenn das angewendete Waſſer Salze aufgelöſt enthält; dagegen im Alcohol löſt er ſich ſelbſt als Hydrat nicht auf.

Die Salpeterſäure verwandelt das Bor in Borſäure; alle Waſſerſtoffſäuren im reinen Zuſtande ſind ohne Wirkung auf daſſelbe; die Salpeter-Salzſäure aber verwandelt es in Borſäure und die Salpeterflußſäure in Fluorbor.

Wird das Bor mit ſalpeterſaurem Kali erhitzt, ſo bildet ſich borſaures Kali. Die Salpeterſäure des ſalpeterſauren Kalis tritt ihm einen Theil ihres Sauerſtoffs ab und geht in Stickſtoffoxyd über. Die Reaktion iſt ſo lebhaft, daß ſchon ſehr kleine Mengen eine Exploſion gleich einem Flintenſchuß verurſachen können.

Auch Kalihydrat und kohlenſaures Kali wird vom Bor unter lebhafter Feuererſcheinung zerſetzt. Für erſteren Fall wird das Waſſer zerſetzt und Waſſerſtoffgas entweicht; beim zweiten iſt es die Kohlenſäure, welche dem Bor einen Theil ihres Sauerſtoffs abtritt und ſich in Kohlenoxyd verwandelt; in beiden Fällen aber wird borſaures Kali gebildet.

Vergleicht man die Eigenſchaften des Bors mit denen des Kieſels, ſo findet man große Ähnlichkeit zwiſchen beiden, nur hat das Bor im Allgemeinen ſtärkere Verwandtſchaften als Kieſel.

385. Bereitung. Gay-Luſſac und Thénard verſchafften ſich Bor, indem ſie geſchmolzene und gepulverte Borſäure mittelſt Kalium zerſetzten. Die Wirkung findet mit Hülfe der Wärme Statt; es bildet ſich borſaures Kali und der Antheil Borſäure, welcher ſeinen Sauerſtoff dem Kalium abtrat, um es in Kali umzuwandeln, wird zu Bor reduzirt.

386. Berzelius zieht zu demſelben Zweck die Anwendung der Doppelfluorverbindung von Kalium und Bor vor. Iſt dieß Salz gut getrocknet, ſo pulvert man es, bringt ein Stück Kalium in einen kleinen Porzellan-Schmelztiegel

und umgiebt es allenthalben mit dem erwähnten Salzpulver. Man erhitzt den Tiegel an der argandiſchen Alkohollampe; die Reduktion geſchieht ruhig und das angewendete Kalium wirkt vollkommen. Die erkaltete Maſſe wäſcht man in Waſſer, das Fluorkalium löſt ſich darin auf und das Bor bleibt zurück. Man bringt hierauf die Flüſſigkeit auf ein Filtrum und wäſcht das Bor mit einer Auflöſung von chlorwaſſerſtoffſaurem Ammoniak, nachher mit Alkohol, damit das reine Waſſer darauf nicht einwirken kann.

Bei dieſem Verſuche wird das Fluorbor, welches einen Theil des Doppelſalzes ausmacht, durch das Kalium zerſetzt, Bor wird frei und das ſich bildende Fluorkalium vereinigt ſich mit dem in dem angewendeten Salze ſchon vorhandenen.

Borſäure.

(Synonyme. Boraxſäure, Hombergs Sedativſalz. Lat. Acidum boracicum. Franz. Acide borique.)

Wird das Bor in Sauerſtoffgas erhitzt, ſo kommt es ins Glühen, abſorbirt dieß Gas und geht im Borſäure über, welches die einzige Verbindung von Sauerſtoff und Bor iſt, die wir bis jetzt kennen.

387. Eigenſchaften. Die Borſäure iſt farblos und kann in der Glühhitze zu einem vollkommen durchſichtigen Glaſe geſchmolzen werden, welches faſt ſo flüſſig wie Waſſer iſt. Ihre Dichtigkeit iſt gleich, 1,830. Ihr Geſchmack iſt, ſo wie ihre Wirkung auf Lakmus, ſehr ſchwach.

Hundert Theile Waſſer von 10° C. können nur höchſtens 3 Theile Borſäure auflöſen; aber bei 100° oder in der Siedhitze löſen ſie 8 Theile derſelben auf. Beim Erkalten ſchießt die Borſäure in kleinen Prismen an. Dampft man die Auflöſung ab, ſo entweicht das Waſſer und die Borſäure trennt ſich in Form von kryſtalliniſchen Schuppen.

In beiden Fällen iſt jedoch die vom Waſſer getrennte Säure noch ein Hydrat. Sie verliert ihr Waſſer gänzlich nur in der Glühhitze; bei 100° aber verliert ſie nur die Hälfte.

Die reine Borſäure hat ſo viele Verwandtſchaft zum Waſſer, daß man ſie, um ſie im glaſigen Zuſtand aufzubewahren, in hermetiſch verſchloßene Gefäße bringen muß, während ſie noch heiß iſt. Ohne dieſe Vorſicht würde ſie bald an ihrer Oberfläche, durch Abſorption des in der Luft enthaltenen Waſſers trüb und undurchſichtig.

388. Zuſammenſetzung. Die Borſäure wird gebildet aus:

2 At. Bor	=	135,98 oder	31,19
3 At. Sauerſtoff	=	300,00	68,81
1 At. Säure	=	435,98	100,00

Die waſſerhaltige Borſäure, wie man ſie erhält, wenn ſie bei einer Temperatur von 100° C. getrocknet worden, wird gebildet aus:

1 At. Borſäure	=	435,98 oder	72,1
3 At. Waſſer	=	168,72	27,9
1 At. waſſerhalt. Säure	=	604,70	100,0

Die Kryſtalle der Borſäure, welche ſich in der wäſſerigen Auflöſung gebildet haben, ſind Säuredoppelhydrate und beſtehen aus:

1 At. Borſäure	=	435,98 oder	56,38
6 At. Waſſer	=	337,44	43,62
		773,42	100,00

Man kann alſo Borſäure in dreierlei Zuſtänden erhalten, welche man nicht mit einander verwechſeln darf.

389. Bereitung. Man verſchafft ſich die Borſäure gewöhnlich, indem man aufgelöſtes borſaures Natron mit konzentrirter Schwefelſäure oder Chlorwaſſerſtoffſäure zerſetzt. Man gießt die eine von dieſen Säuren allmählig zu einer heißen geſättigten borſauren Natronauflöſung und zwar ſo lange, bis das Lakmus endlich von der Flüſſigkeit beſtändig geröthet wird. Es bildet ſich ſchwefelſaures Natron oder Chlornatrium, welche beide auflöslich ſind; in dem Maaße als die Flüſſigkeit erkaltet, ſetzen ſich große, perlmutterglänzende und ſehr weiße Schuppen ab. Dieß iſt die Borſäure. Aber in dieſem Zuſtand iſt ſie nicht rein. Wenn man ſie auch auf ein Filtrum bringt und gut auswäſcht, ſo kann man

ihr eine gewiſſe Menge Säure nicht nehmen, die zu ihrer Präzipitation gedient hat. Dieſe unreine Borſäure iſt in der Medizin bekannt, unter dem Namen Hombergiſches Sedativſalz.

Um ſie zu reinigen, ſchmelzt man ſie in der Hitze. Hat man aber das borſaure Natron mittelſt der Schwefelſäure zerſetzt, ſo darf man dazu weder ſilberne, noch irdene, noch Platintiegel nehmen, ſo daß die Reinigung nicht ausführbar iſt. Die Metalltiegel würden angegriffen und wenn auch die Schwefel- oder Borſäure für ſich allein nicht aufs Platin wirken, ſo durchlöchern ſie es doch raſch, wenn ſie vereinigt wirken. Auch die irdenen Tiegel leiden und hier iſt es die Borſäure, welche ſich der Thonerde derſelben bemächtigt. Man muß daher nothwendig das borſaure Natron durch die Chlorwaſſerſtoffſäure zerſetzen, es hinreichend waſchen, bis das Waſchwaſſer kein Kochſalz mehr enthält, dann es trocknen und in einem Platintiegel ſchmelzen, der hiebei nicht leidet, wenn man ihn vor dem Einfluß der Kohle ſchützt.

Die auf dieſe Weiſe bereitete Borſäure kryſtalliſirt in Waſſer aufgelöſt, in kleinen Prismen, nicht in großen Schuppen. Letztere Eigenſchaft ſcheint ſie nur dann zu beſitzen, wenn ſie mit einer andern Säure in Verbindung iſt.

390. Natürliches Vorkommen. Zu techniſchem Gebrauch verſchafft man ſich die Borſäure nicht auf die angeführte Weiſe; man macht gegenwärtig in Frankreich das borſaure Natron künſtlich, indem man das kohlenſaure Natron durch Borſäure zerſetzt. Dieſe Säure findet ſich ſehr häufig in Toſcana, wo man ſie für den Handel gewinnt.

Das Vorkommen der Borſäure an dem angeführten Ort, ſteht mit ſehr merkwürdigen geologiſchen Phänomenen in Verbindung; ſie ward daſelbſt 1776 von Hoefer und Maſcagni entdeckt, welche ſie ſowohl effloreszirt als in dem Waſſer, das den Boden durchdringt, aufgelöſt beobachteten.

Die Orte, an welchen die Säure ſich findet, werden Lagoni genannt. Der Boden dieſer Lagonen beſteht aus Schlamm, welcher durch ein ſcheinbares Kochen unausgeſetzt bewegt wird, ein Phänomen, das von einer beſtändigen Ent-

wicklung von Dämpfen herrührt, welche aus dem Innern der Erde kommen. Dieſe Entwicklung iſt derjenigen ähnlich, welche der zuſammengepreßte Dampf im Augenblick ſeiner Entweichung aus den Ventilen einer Dampfmaſchine hervorbringt; doch verurſacht dieſe Erſcheinung ein weit ſtärkeres Geräuſch, denn man kann es eine halbe Stunde weit hören. Mehrmals verſuchte man ſchon die Ausgänge des Dampfs zu verſtopfen, um einige zur Gewinnung der Säure nöthige Arbeiten zu erleichtern, indem man große mit Steinen gefüllte Fäſſer mit Gewalt in die Löcher, aus denen der Dampf kommt, einſenkte, aber ſie wurden bald emporgehoben und ſelbſt, nach einigen Augenblicken, beträchtlich hoch in die Luft geſchleudert. Dieſe Thatſache iſt um ſo merkwürdiger, als die Dampflöcher ziemlich breit ſind und auf einem ziemlich engen Raum in großer Anzahl ſich befinden.

Die an Borſäure reichſten Lagonen ſind diejenigen von Cherchiajo, Monte-Cerboli und Caſtelnuovo. — Die Fumarolen oder Dampfmündungen von Caſtelnuovo liegen im Grunde und am Ende eines engen und tiefen Thales; faſt alle befinden ſich in einer Linie. Die von Monte-Cerboli befinden ſich auf einer 200 Meter langen und 100 Meter breiten Landſtrecke.

391. Die Fumarolen liegen ſelten auf dem Abhang von Hügeln; iſt dieß der Fall, ſo dringt der Dampf durch Felsſpalten und vertheilt ſich in der Luft. Nähert man ſich dieſen Spalten, ſo hört man im Innern ein Geräuſch, wie wenn Waſſer in einem Gefäße mit enger Mündung kocht. Gewöhnlich finden ſich die Dampfmündungen an den tiefſten Stellen der Thäler, oder wenigſtens ganz in der Nähe derſelben. Das verdichtete Waſſer verbreitet ſich dann über den Boden, macht ihn ſchlammig und ſetzt alle vom Dampf fortgeriſſenen Stoffe darin ab. Die Mündungen öffnen ſich gewöhnlich auf dem Grunde von Plätzen oder kleinen, künſtlich oder natürlich ausgegrabenen Seen, welche mit ſchlammigem, kochendem Waſſer angefüllt ſind, wodurch die Dämpfe treten müſſen. Die durch die Spalten entweichenden Dämpfe beſtehen aber nicht aus reinem Waſſer, ſondern ſie enthalten auch Borſäure und der Geruch entdeckt darin die Gegenwart von Schwefelwaſſerſtoffſäure und Bitumen. Mit-

telſt analytiſcher Unterſuchungen fand man darin ſchwefelſaures Eiſen, ſchwefelſauren Kalk, ſchwefelſaure Talkerde und ſchwefelſaures Ammoniak; die Wände der Dampfſpalten ſind übrigens auch mit kryſtalliſirtem Schwefel überzogen.

392. Betrachtet man dieſe merkwürdigen Erſcheinungen in ihrer Geſammtheit, ſo kann man nicht umhin, eine Vermuthung aufzuſtellen, die vielleicht einige Beachtung verdienen möchte. Nehmen wir im Innern der Erde eine Maſſe von Schwefelbor an, denken wir uns dieſelbe von Zeit zu Zeit mit Waſſer in Berührung, ſo wird ſich Borſäure und Schwefelwaſſerſtoffſäure unter vieler Wärmeentwicklung bilden (402). Hiervon rührt die Entwicklung des Waſſerdampfs der Schwefelwaſſerſtoffſäure und ſelbſt der Borſäure, die durch die Gaſe mit fortgeriſſen werden. Die noch heiße Schwefelwaſſerſtoffſäure, wenn ſie mit der Luft in Berührung kömmt, giebt zur Bildung von Waſſer, Schwefel und Schwefelſäure Veranlaſſung, welche letztere wiederum mit den erdigen Subſtanzen, die den Boden bedecken, ſchwefelſaure Salze bildet.

Erſcheinungen der Art, die verſtürzten Gebirgsſchichten, die entwickelten Produkte und die Temperaturerhöhung ſtellen die Lagonen mit den Vulkanen in eine Klaſſe, nur findet dabei der allerdings große Unterſchied ſtatt, daß die Temperatur des Feuerheerdes zu niedrig oder das Geſtein zu ſchwer ſchmelzbar iſt, um die Bildung von Laven zu geſtatten.

Die Gebirgsart, aus welcher die Dämpfe kommen, beſteht nach Alexander Brongniart aus Kalkkonglomerat, (macigno) von gemeinem, dichtem, braunem Kalk, mit ſchwachen, oft unterbrochenen Lagern von Hornſtein, Mergel und Schieferthon; daraus geht hervor, daß der Heerd unterhalb der tiefſten Ablagerungen derjenigen Gebirgsformation liegt, zu welcher der Alpenkalk gehört.

393. Die Borſäure wird auf eine ſehr einfache Weiſe gewonnen. In den kleinen Kratern nämlich, welche ſich an den Dampfmündungen gebildet haben, verdichtet ſich das Waſſer und wird durch den fortwährend zuſtrömenden Dampf ſiedend erhalten. Die ſchlammige Flüſſigkeit, welche ſich hier anſammelt, nimmt man von Zeit zu Zeit weg, bringt ſie in

Keſſel und wäſcht ſie einige mal mit ſiedendem Waſſer aus. Dieſe abgeklärten Waſchwaſſer unterwirft man einer freiwilligen Verdampfung, welche um ſo leichter vor ſich geht, als man von der Hitze des Bodens Gebrauch machen kann. Eben ſo behandelt man den Schlamm, man gewinnt dabei 3 oder 4 Prozent rohe Borſäure, die man reinigt, indem man ſie von Neuem kryſtalliſiren läßt.

Dieſe Säure enthält immer Eiſenſalze und ſchwefelſauren Kalk. Letzterer findet ſich manchmal ſelbſt in ſo bedeutender Quantität, daß er das durch die Schmelzung der natürlichen Borſäure erhaltene Glas undurchſichtig macht. Hievon befreit man die Säure leicht durch wiederhohlte Kryſtalliſationen.

394. Im Nothfall, ja vielleicht noch leichter, könnte man die von Lucas und Maraſchini im Innern des Kraters von Volcano beobachtete Borſäure gewinnen. Sie bildet daſelbſt eine von zwei bis drei Centimeter dicke Kruſte, von ſehr weißem, faſerigem oder ſchuppigem Anſehen. Die Säure iſt ſo rein, daß man ſie nur zu ſammeln braucht und dann ſogleich in den Handel geben kann.

395. Benützung. Die natürliche von den Lagonen gelieferte Borſäure dient zur Bereitung des Borares im Groſſen; man macht davon in einigen Glashütten mit Vortheil Gebrauch, wo man ſie zur Verfertigung der künſtlichen Edelſteine nimmt; auch in der Färberei kann man ſie anwenden, um in einigen Fällen den viel theuerern Weinſteinrahm zu erſetzen. Später wird wohl die Borſäure einen Hauptſtoff zur Glaſur der gewöhnlichen Töpferwaare abgeben; gegenwärtig iſt ſie noch zu theuer, um ſie hierzu mit Vortheil anwenden zu können. Durch eine beſſer geleitete, und nach dem bei den Salzteichen üblichen Verfahren eingerichtete Gewinnungsart würde bald der Preis der für den Handel beſtimmten Säure niedriger geſtellt werden können.

Fluorbor, Fluorborſäure.

(Fluorure de bore, acide fluoborique.)

396. Eigenſchaften. Das von Gay-Luſſac und Thénard entdeckte Fluorbor iſt ein farbloſes Gas, von ſehr

ſtechendem, ſelbſt erſtickendem Geruch, ſehr ſauer, im Waſſer ſehr löslich und beſitzt eine Dichtigkeit von 2,3124. Es löſcht brennende Körper aus und wird weder von der Hitze noch der Electrizität verändert. Faſt alle Körper, welche man mit ihm in Berührung bringt, äußern keine Wirkung auf daſſelbe; nur das Kalium und Natrium zerſetzen dieſe Verbindung und werden in Fluorkalium und Fluornatrium verwandelt, wobei das Bor frei wird.

Seine Wirkung auf das Waſſer iſt äußerſt lebhaft; es iſt unter allen bekannten Gasarten das am meiſten auflösliche; die ſtärkſten Probiergläſer mit einer großen Quantität Waſſer in Berührung gebracht, nachdem man ſie mit dieſem Gas gefüllt hat, würden zerbrochen werden. Man kann die Wirkung auf das Waſſer nach den dicken Dämpfen beurtheilen, welche es an der Luft verbreitet und es iſt wirklich das rauchendſte aller bekannten Gaſe. Man kann dieß auch aus der Wirkung ſchließen, welche es auf organiſche Stoffe ausübt; es ſchwärzt im Augenblick das Holz, das Papier ꝛc., indem es ſich des in dieſen Körpern enthaltenen Waſſers bemächtigt und ihre Kohle frei macht.

397. Bisher ſprachen wir blos von der einfachen Auflöslichkeit dieſes Gaſes im Waſſer; aber es zeigen ſich dabei in der That Zerſetzungs-Erſcheinungen, welche man kennen muß. Läßt man ins Waſſer 100 oder 150 mal ſein Volum an Gas treten, ſo ſchlägt ſich Borſäure nieder; das Waſſer wird alſo zerſetzt und es bildet ſich eine entſprechende Menge Fluorwaſſerſtoffſäure; das Fluorbor wird aber nur theilweiſe zerſetzt; ein Theil bleibt unangegriffen und verbindet ſich mit der gebildeten Fluorwaſſerſtoffſäure, um fluorwaſſerſtoffſaures Fluorbor zu bilden. Dieſe Verbindung iſt ſehr ſauer.

Wenn man aber, ſtatt eine beſtimmte Menge Gas ins Waſſer ſtrömen zu laſſen, daſſelbe damit ſättigt, ſo verſchwindet der Niederſchlag von Borſäure, anſtatt ſich zu vermehren, wie man hätte erwarten ſollen. Eben dieß iſt der Fall, wenn man ſehr wenig Gas ins Waſſer ſtrömen läßt und die Auflöſung dann abdampft. Bei einem gewiſſen Konzentrationsgrad wird die Borſäure vermehrt, verſchwindet aber nachher

wiederum ganz; die Flüſſigkeit wird hell und läßt ſich ohne Rückſtand deſtilliren.

Das Fluorbor kann demnach ein permanentes Hydrat bilden, weil es verflüchtigt werden kann; dieß Hydrat kann aber durch Zuſatz einer größern Menge Waſſer wieder zerſetzt werden.

Dieß Hydrat enthält eine große Menge Fluorbor, denn das Waſſer kann mehr als 700 mal ſein Volum von dieſem Gas auflöſen. Die Auflöſung iſt farblos, ſehr dicht, ſtark, rauchend und von öhliger Konſiſtenz.

Erhitzt verliert ſie ungefähr das Fünftel des Fluorbors, welches ſie enthält, dann verflüchtigt ſie ſich ohne weitere Veränderung. In letzterem Zuſtand gleicht ſie in ihren allgemeinen Eigenſchaften der gewöhnlichen Schwefelſäure.

Das rauchende Hydrat von Fluorbor beſteht aus:

1 At. Fluorbor	= 209,34	oder	65,05
1 At. Waſſer	= 112,48		34,95
1 At. Hydrat	= 321,82		100,00

398. Zuſammenſetzung. Das Fluorbor wird gebildet aus:

1 At. Bor	= 67,99	oder	16,24
3 At. Fluor	= 350,70		83,76
2 At. Fluorbor	= 418,69		100,00

399. Bereitung. Man verſchafft ſich gewöhnlich das Fluorbor durch folgendes Verfahren. Man nimmt einen Theil geſchmolzene Borſäure und zwei Theile Fluorcalcium, pulvert beide Stoffe, mengt ſie gut, bringt ſie in eine Phiole und fügt zwölf Theile ſehr konzentrirte Schwefelſäure hinzu. Man erhitzt die Phiole gelinde und ſammelt das Gas über Queckſilber. Auf dieſe Weiſe erhält man eine große Menge Fluorbor, aber nie in reinem Zuſtande. Es enthält Fluorkieſel und Schwefelſäure in Dampfform. Die Produkte dieſes Verſuchs ſind ſchwefelſaurer Kalk und Fluorbor. Man nimmt einen großen Überſchuß an Schwefelſäure; würde man weniger nehmen, ſo würde das von der mit dem Kalk ſich verbindenden Säure, geſchiedene Waſſer, das Fluorbor ganz und gar zurückbehalten und es würde ſich dann kaum etwas Gas entwickeln.

Will man ſich die wäſſerige Auflöſung des Fluorbor's verſchaffen, ſo muß man eine beſondere Methode in Anwendung bringen. Man ſenkt die Röhre, welche das Gas leitet in ein recht trockenes Probirglas, und gießt ſo lange Queckſilber dazu bis die Röhre einige Linien hineinragt, dann gießt man das Waſſer, welches man anwenden will, darauf. Auf dieſe Weiſe kommt das Gas erſt in Berührung mit dem Waſſer, wenn es durch die Queckſilberſchicht gedrungen iſt, und ſo vermeidet man die Abſorption, welche die ausnehmende Löslichkeit des Gaſes ohne Zweifel verurſachen würde. Man muß das Probirglas in einem kalten Waſſerbad halten, denn das ſich auflöſende Gas würde die Temperatur des Waſſers über 100° erhöhen, wodurch die Auflöſung ſehr unvollkommen werden würde.

Um ſich dieſes Gas rein zu verſchaffen, iſt es jedoch beſſer, ein Gemenge von Borſäure und Fluorcalcium bei der Glühhitze in einem eiſernen Rohr zu behandeln. Es erzeugt ſich borſaurer Kalk und Fluorbor entweicht.

Wünſcht man dagegen das Fluorbor aufgelöſt, ſo erhält man es ſogleich, indem man Borſäure in mit Waſſer verdünnter Fluorwaſſerſtoffſäure auflöſt.

Durch dieſe beiden Verfahrungsarten erhält man die Produkte rein.

Chlorbor.

(Chlorure de Bore.)

400. Eigenſchaften. Es iſt gasförmig, farblos, von ſehr ſtechendem Geruch, ſehr rauchend an der Luft, obwohl weniger als das Fluorbor, ſehr ſauer und ſehr löslich im Waſſer. Seine Dichtigkeit beträgt zufolge eines mit einem unreinen Gaſe angeſtellten Verſuches wenigſtens 3,942, da ſie der Berechnung gemäß eigentlich 4,079 ſeyn ſollte. Es löſcht brennende Körper aus und wird durch die Hitze nicht zerſetzt; es bleibt bei — 20° unter gewöhnlichem Druck unverändert.

Dieß Gas gleicht alſo in vieler Hinſicht dem Fluorbor, nur durch ſeine geringere Verwandtſchaft zum Waſſer unterſcheidet es ſich weſentlich. In der That ſind auch die Däm-

pfe, die es an der Luft verbreitet, nicht ſo dicht, und ſeine Wirkung auf organiſche Stoffe iſt weit weniger lebhaft, da es dieſe nicht ſchwärzt.

Das Waſſer zerſetzt es jedoch und vielleicht vollſtändiger als das Fluorbor. Es wird augenblicklich von dieſer Flüſſigkeit aufgelöſt; iſt die beigemengte Gasmenge hinreichend, ſo ſchlägt ſich Borſäure nieder. Die abgedampfte Auflöſung läßt immer einen Rückſtand von Borſäure übrig; dieß beweiſt, daß die in Bezug auf das Fluorbor unterſuchten Erſcheinungen ſich hier nicht zeigen, oder daß das Chlorbor wenigſtens kein flüchtiges Hydrat bildet. Die Wirkung ſcheint einfacher zu ſeyn und es bildet ſich vielleicht nur Chlorwaſſerſtoffſäure und Borſäure.

Zuſammenſetzung. Es beſteht aus:

1 At. Bor	=	67,99	oder	9,29
3 At. Chlor	=	663,96		90,71
2 At. Chlorbor	=	731,95		100,00

das heißt, es beſteht aus einem Maaß Bordampf und drei Maaß Chlor zu zwei verdichtet.

401. Bereitung. Man kann ſich das Chlorbor durch drei verſchiedene Verfahrungsarten verſchaffen. Die erſte von Berzelius angewendete, beſteht darin, daß man das Bor in reinem, trockenem Chlor erhitzt. Das Bor fängt raſch Feuer und das über Queckſilber aufgefangene Chlorbor wird durch dieſes Metall von ſeinem überſchüſſigen Chlor befreit. Das zweite, von Despretz angewendete Verfahren beſteht darin, daß man Boreiſen mit Chlor auf dieſelbe Weiſe behandelt. Es bildet ſich Chloreiſen, welches feſt iſt und Chlorbor, das man ebenfalls mittelſt Queckſilber von ſeinem überſchüſſigen Chlor befreit. Man kann dieſe Verſuche in Glasröhren machen, welche man an der Lampe erhitzt. Das dritte Verfahren, welches ich ſelbſt anwendete, erfordert eine höhere Temperatur und liefert niemals reines Gas; es beſteht darin, daß man ein Gemenge von recht trockner Borſäure und ausgeglühter Kohle, beide gepulvert, mit Chlor behandelt. Man bringt das Gemenge in eine Porzellanröhre, läßt einen Strom von trockenem Chlorgas hineintreten, glüht die Röhre und ſammelt das Gas über Queckſilber auf die

gewöhnliche Weiſe. Die Porzellanröhre muß mit einem Vorſtoß verſehen ſeyn, an deſſen Ende die gekrümmte Röhre befeſtigt iſt, welche zum Auffangen des Gaſes dient. Man wählt hiezu eine weite Röhre, um das Verſtopfen der Röhre zu verhüten, welches Statt finden könnte, wenn ſich eine gewiſſe Menge Borſäure oder Chloraluminium in derſelben abſetzen würde. Iſt der Verſuch wohl gelungen, ſo enthält das ſo geſammelte Gas zwei Volum Chlorbor und drei Volum Kohlenoxyd; aber gewöhnlich findet ſich noch außerdem Chlorwaſſerſtoffſäure, welche durch das Waſſer der Korkſtöpſel, mit denen man die Röhren verſchließt, gebildet wurde, ſo wie endlich überſchüſſiges Chlor. Das Queckſilber abſorbirt zwar letzteres Gas, aber man kann nicht ſogleich die Chlorwaſſerſtoffſäure und das Kohlenoxyd von Chlorbor trennen. Trotz dieſer Unannehmlichkeiten kann das Verfahren wegen ſeiner leichten Ausführbarkeit Nutzen bringen. Die Theorie iſt klar: die Kohle bemächtigt ſich des Sauerſtoffs der Borſäure, während ſich das Bor mit dem Chlor verbindet. Weder Kohle für ſich, noch Chlor allein könnten dieſe Säure zerſetzen; allein beide vereinigt, zerſtören dieſelbe vollſtändig. Weiter unten werden wir ähnliche Beiſpiele finden.

Schwefelbor.

(Sulfure de Bore.)

402. Das Bor fängt in Schwefeldampf Feuer, wenn es ſtark darin erhitzt wird. Bei einer Temperatur von 300 oder 400° C. tritt dieſe Wirkung nicht ein. Die erzeugte Schwefelverbindung iſt eine weiße, undurchſichtige Maſſe. Das Waſſer verwandelt ſie ſchnell in Schwefelwaſſerſtoffſäure und in Borſäure. Die Flüſſigkeit wird immer milchig in Folge der Präzipitation des im Schwefelbor enthaltenen überſchüſſigen Schwefels.

Nach Berzelius, dem man dieſe Beobachtungen verdankt, ſcheint das Bor fähig, mehrere Verbindungen mit Schwefel eingehen zu können.

Capitel XIII.

Kieſel, Waſſerſtoffkieſel, Kieſelſäure oder Kieſelerde; Fluor- Chlor- Schwefel-Kieſel.

403. Das Kieſel iſt erſt ſeit den letztern Jahren bekannt; nicht ſo das Oxyd, oder vielmehr die Säure, welche es bildet, indem es ſich mit dem Sauerſtoff verbindet. Dieſe Verbindung bildet im faſt reinen Zuſtand die meiſten Kieſelſteine, die ſo hart ſind, daß ſie am Stahle Feuer geben und die man in großer Menge auf der Erdoberfläche findet.

Die erſten Verſuche, welche zur Entdeckung des Kieſels führten, wurden von Gay-Luſſac und Thénard angeſtellt. Das wahre Reſultat aber mußte ihnen entgehen, weil die Mittel, welche ihnen damals zu Gebote ſtunden, nicht zureichend waren.

In der neueſten Zeit nahm Berzelius dieſe Unterſuchungen wieder vor. Es gelang ihm nicht nur, das Kieſel rein darzuſtellen, ſondern er verſchaffte ſich ſogar dieſe Subſtanz in hinreichend großer Menge, um zahlreiche Verſuche damit anzuſtellen und ſeine hauptſächtlichen Verbindungen auf direktem Wege kennen zu lernen.

Wir werden am Ende dieſes Kapitels die Geſchichte der Kieſelerde geben. Sie iſt die einzige der hier zu betrachtenden Verbindungen, die ſich in der Natur vorfindet und direkt zu techniſchen Zwecken verwendet wird. Aus der Kieſelerde gewinnt man alle diejenigen Produkte, welche aus dem Kieſel gebildet werden.

Kieſel.

(Synonyme. Silicium. Lat. Silicium. Franz. Silicium.)

404. Eigenſchaften. Das Kieſel ſtellt ein dunkelnußbraunes Pulver dar, ohne den geringſten Metallglanz. Es iſt weder ſchmelzbar, noch flüchtig, ſchwerer als Waſſer; es löſt ſich im Waſſer weder auf, noch zerſetzt es daſſelbe. Das Kieſelpulver hängt ſich an das Papier und macht ſtarke Flecken darauf; es hängt ſich ebenſo an die Wände der Glasröhren, in welchen man es aufbewahrt, wenn ſie auch noch ſo trocken ſind. Es iſt ein ſehr ſchlechter Electrizitätsleiter.

Obſchon das Kieſel ſehr wenig Neigung hat, ſich mit dem Sauerſtoff zu verbinden, ſo konnte es gleichwohl erſt in der neueſten Zeit von demſelben, wie es in der Kieſelerde damit verbunden iſt, geſchieden werden. Man kann es unter Luftzutritt bis zum Glühen erhitzen, ohne daß es ſich orydirt: in Sauerſtoffgas erhitzt, abſorbirt es zwar daſſelbe, aber ſo langſam und ſo ſchwach, daß man es nur mit vieler Mühe in Kieſelerde verwandeln kann; es orydirt ſich ſelbſt nicht, wenn man, während es im Feuer glüht, Stückchen von chlorſaurem Kali darauf wirft. Bei der Weißglühhitze wird es aber vom ſalpeterſauren Kali ſehr ſchnell orydirt; bei geringerer Temperatur aber wird es kaum angegriffen. Mit dem kohlenſauren Kali brennt das Kieſel in der Rothglühhitze und ſelbſt noch darunter ſehr leicht mit lebhafter Flamme. Die Maſſe nimmt eine ſchwarze Farbe an, wegen der Kohle, die ſich abſetzt, wenn die Menge des kohlenſauren Kalis gering iſt; iſt dieſe größer, ſo bleibt ſie weiß und es entweicht Kohlenorydgas. Dieſe Reaktionsweiſe iſt die Urſache eines ſonderbaren Phänomens: erhitzt man das Kieſel mit ſalpeterſaurem Kali, ſo erfolgt keine Wirkung; ſetzt man aber etwas kohlenſaures Kali hinzu, ſo wird das Kieſel plötzlich in Kieſelerde verwandelt, die Kohle zerſetzt die Salpeterſäure, und es entwickelt ſich Kohlenſäure und Stickſtofforyd. Die Einwirkung geht ſo raſch von ſtatten, daß Detonation ſtatt findet. Man kann

alle dieſe Erfolge erklären, ſo ſonderbar ſie auch ſind, wenn man annimmt, daß das Kieſel für ſich ſelbſt nur wenig Neigung hat, ſich mit dem Sauerſtoff zu verbinden, daß aber ſeine Verwandtſchaft wächſt unter dem Einfluß mächtiger Alkalien, wie des Kali's und Natrons.

Dieſe Anſicht wird beſtätigt durch die Wirkung, welche das Kalihydrat oder Natronhydrat darauf ausübt. Weit unter der Rothglühhitze erglüht es lebhaft und detonirt. Das Waſſer der Hydrate wird zerſetzt; es bildet ſich kieſelſaures Kali und Waſſerſtoffgas entweicht.

Keine Säure für ſich allein wirkt auf das Kieſel; dieſer Stoff wird blos von einem Gemenge der Salpeterſäure und Fluorwaſſerſtoffſäure angegriffen; es bildet ſich Fluorkieſel und Waſſer, und es entweicht Stickſtoffoxyd.

405. Bereitung. Das Kalium zerſetzt die Kieſelerde, aber das dabei abgeſchiedene Kieſel iſt ſo wenig, daß man es nicht iſoliren kann.

Das Eiſen zerſetzt das Fluorkieſel ebenfalls; aber es erzeugt ſich dann Fluoreiſen und Kieſeleiſen. Alle Kieſelmetalle aber, denen man das Metall mittelſt einer Säure entziehen muß, geben kein Kieſel. Unter dieſem Einfluß zerſetzt dieſer Körper das Waſſer und verwandelt ſich in Kieſelerde.

Dagegen gelangt man ſehr gut zum Zwecke mittelſt des von Berzelius angegebenen Verfahrens, dem man die Entdeckung des Kieſels verdankt. Er wendet die Verbindung des Fluorkieſels mit Fluorkalium an, pulvert dieſe und trocknet ſie; hierauf bringt er dieſelbe in eine Glasröhre mit abwechſelnden Lagen von Kalium, auf ſolche Weiſe, daß man die ganze Maſſe zu gleicher Zeit erhitzen kann. Zu dieſem Entzweck bedient man ſich einer Alkohollampe; ſelbſt ſchon vor der eintretenden Rothglühhitze wird das Kieſel mit ſchwachem Ziſchen und einer geringen Wärmeentwickelung reduzirt; es entweicht kein Gas; aber als Rückſtand bleibt Fluorkalium, ſo wie auch Kieſelkalium und der Überſchuß des angewendeten Doppelſalzes.

Iſt die Maſſe erkaltet, ſo verdünnt man ſie mit viel Waſſer; das Fluorkalium, ſo wie der Überſchuß des Dop-

pelſalzes löſen ſich darin auf; das Kieſelkalium zerſetzt das Waſſer, das Kalium geht in Kali über und der größte Theil des Waſſerſtoffs entweicht; eine kleine Portion verbindet ſich aber mit dem Kieſel und es wird feſtes Waſſerſtoffkieſel gebildet. Man klärt ab und wäſcht kalt, ſo lange das Waſchwaſſer noch alkaliſch reagirt. Hört dieſe Reaktion auf, ſo kann man die Maſſe mit ſiedendem Waſſer waſchen. Dieſe Operation dauert ſehr lange. Die Waſchungen müſſen ſo lange fortgeſetzt werden, bis das abgedampfte Waſchwaſſer nicht den geringſten Flecken mehr auf dem Boden der Gefäße zurückläßt.

Auf dem Filter bleibt Waſſerſtoffkieſel, mit etwas Kieſelerde gemengt, zurück. Man trocknet dieſes Produkt, thut es in einen Tiegel, erhitzt es dann faſt bis zum Glühen und erhält es in dieſer Temperatur eine Zeit lang, wobei man den Tiegel offen läßt. Das Waſſerſtoffkieſel wird zerſtört, indem es ſeinen Waſſerſtoff verliert. Würde dieß Gas Feuer fangen, ſo liefe das Kieſel ebenfalls Gefahr, ſich zu entzünden; in dieſem Fall müßte man den Tiegel ſchließen und die Temperatur vermindern. Nach einiger Zeit erhöht man die Temperatur allmählig wieder bis zum Glühen, und erhält ſie einige Augenblicke darin.

Es bleibt im Tiegel ein Gemenge von Kieſel und Kieſelerde; man begießt die erkaltete Maſſe mit ſchwacher und reiner Fluorwaſſerſtoffſäure, läßt ſie einige Stunden lang digeriren, verdünnt mit Waſſer, filtrirt und wäſcht; das Kieſel iſt dann rein und beſitzt alle angeführten Eigenſchaften.

406. Natürliches Vorkommen und Benützung. Das reine Kieſel wird nicht benützt, es fand ſich bis jetzt noch nicht in der Natur. Mit Sauerſtoff verbunden, bildet es Kieſelerde, einen der allerhäufigſten Körper der Erdrinde, der auch in den Künſten ſehr viel gebraucht wird. Das Kieſel ſpielt bei der Gewinnung des Eiſens und Stahls eine wichtige Rolle.

Waſſerſtoffkieſel.

(Hydrure de Silicium.)

407. Wir erwähnten dieſe Verbindung ſchon bei der Angabe der Bereitung des Kieſels; ſie iſt wenig gekannt, aber wir müſſen hier ihre hauptſächlichſten Charactere anführen, um zu zeigen, wie ſie ſich vom Kieſel, mit dem ſie dem Anſchein nach viele Ähnlichkeit hat, unterſcheidet.

Das Waſſerſtoffkieſel unterſcheidet ſich kaum durch die Farbe und die übrigen phyſiſchen Eigenſchaften vom Kieſel; aber ſeine chemiſchen Eigenſchaften ſind ganz anders. In der Rothglühhitze fängt es in der Luft Feuer, leichter aber noch im Sauerſtoffgas; es brennt mit Lebhaftigkeit, indem es einen grauen, aus Kieſelerde und etwas Kieſel, das der Verbrennung entgangen iſt, gebildeten Rückſtand übrig läßt. Es löſt ſich in Fluorwaſſerſtoffſäure auf, wobei es in Fluorkieſel übergeht, indem es ſeinen Waſſerſtoff abgiebt und den aus der Säure austreibt; dieß iſt eine Eigenſchaft, welche das Kieſel nicht beſitzt; es löſt ſich auf gleiche Weiſe in den konzentrirten Kali- und Natronſolutionen, ſelbſt in der Kälte, unter Entwicklung von Waſſerſtoffgas auf; das Waſſer wird zerſetzt und es bildet ſich kieſelſaures Kali.

Der Schwefel, der keine Wirkung auf das Kieſel äußert, verbindet ſich dagegen ſehr leicht mit dem Waſſerſtoffkieſel; dieß wird wahrſcheinlich auch bei vielen andern Körpern der Fall ſeyn.

Hieraus iſt die Schwierigkeit erklärlich, welche ſich bei der Darſtellung des Kieſels aus ſeinen Verbindungen zeigt, da das Waſſerſtoffkieſel, welches ſich anfänglich bildet, Sauerſtoff unter ſo mannigfaltigen Einflüſſen abſorbiren kann.

Fluorkieſel. Fluorkieſelſäure.

(Fluorure de Silicium. Acide fluorique silicé.)

408. Eigenſchaften. Es iſt gasförmig, farblos, raucht an der Luft, aber weit weniger als Fluorbor; ſein Geruch iſt zu gleicher Zeit ſtechend und erſtickend; es iſt ſehr ſauer; ſeine Dichtigkeit iſt gleich 3,600. Es löſcht brennende Körper aus. Durch die Wärme wird es nicht zerſetzt.

Die Wirkung des Waſſers auf dieſes Gas iſt ſehr merkwürdig. Es erleidet plötzlich eine theilweiſe Zerſetzung, geht in fluorwaſſerſtoffſaures Fluorkieſel über, welches ſich im Waſſer auflöſt und in Kieſelerde, welche ſich in Form einer Gallerte abſetzt. Das Waſſer kann auf dieſe Weiſe bis auf 265 ſeines Volums von dieſem Gas zerſetzen oder auflöſen. Man kann die Kieſelerde durch Filtriren trennen und ſich ſo fluorwaſſerſtoffſaures Fluorkieſel verſchaffen.

Das fluorwaſſerſtoffſaure Fluorkieſel iſt ſehr ſauer. Es enthält immer Kieſelerde in Auflöſung, außer wenn es ſich in ſehr konzentrirtem Zuſtande befindet. Man kann es nicht waſſerfrei erhalten. Verſucht man es zu konzentriren, ſo geht es bei der Deſtillation mit dem Waſſer über. Es ſättigt die Baſen und bildet ſo Doppelfluorverbindungen. Von einem Überſchuß an Baſe wird es übrigens zerſetzt und es bildet ſich dann eine einfache Fluorverbindung und ein Kieſelerdeniederſchlag. Auf dieſe Weiſe kann alles Kieſel von ihm abgeſchieden werden.

409. Zuſammenſetzung. Das Fluorkieſel beſteht aus:

1 At. Kieſel	= 92,6	oder	28,34
2 At. Fluor	= 233,8		71,66
1 At. Fluorkieſel	= 326,4		100,00

Folgendes ſind die Produkte ſeiner Wirkung auf das Waſſer:

Angewendete Stoffe.

3 At. Fluorkieſel	= 979,20
2 At. Waſſer	= 112,48
	1091,68

Erhaltene Produkte.

1 At. Kieſelerde	= 192,60
2 At. Fluorwaſſerſtoffſaures Fluorkieſel	= 899,08
	1091,68

Das fluorwaſſerſtoffſaure Fluorkieſel ſelbſt beſteht aus:

2 At. Fluorwaſſerſtoffſäure	= 123,14
1 At. Fluorkieſel	= 326,40
1 At. Fluorwaſſerſtoffſ. Fluorkieſel	= 449,54

410. **Bereitung.** Dieſe iſt ſehr einfach. Man mengt gleiche Theile Fluorkalcium und Kieſelſand, beide gepulvert. Dieß Gemenge bringt man in eine Phiole und gießt auf einmal ſo viel konzentrirte Schwefelſäure darüber, um daraus einen Teig zu machen. Man mengt das Ganze gut mit einem Glasſtäbchen und befeſtigt dann an die Phiole ein gekrümmtes Rohr, um das Gas aufzufangen Dieſes entbindet ſich ſchon in der Kälte; bald aber iſt es nothwendig, das Gefäß zu erwärmen, doch muß dieß mit Vorſicht geſchehen. Man ſammelt das Gas über Queckſilber. Es bleibt ſchwefelſaurer Kalk in der Phiole zurück.

Angewendete Stoffe.

1 At. Kieſelerde	=	192,60
1 At. Fluorkalcium	=	489,83
1 At. Schwefelſäure	=	501,16
		1183,59

Erzeugte Produkte.

1 At. Fluorkieſel	=	326,40
1 At. Schwefelſaurer Kalk	=	857,19
		1183,59

Wollte man ſich ſtatt des gasförmigen Fluorkieſels fluorwaſſerſtoffſaures Fluorkieſel in Auflöſung verſchaffen, ſo müßte man ſich des Apparats und der Methode bedienen, welche beim fluorwaſſerſtoffſauren Fluorbor (399) angegeben wurde. Würde man keine Queckſilberſchicht anwenden, um die Gasleitungsröhre vor der unmittelbaren Berührung mit Waſſer zu ſchützen, ſo würde die ſich niederſchlagende Kieſelerde ſehr bald dieſe Röhre verſtopfen und der Apparat müßte zerſprengt werden.

Man könnte den fein gepulverten Kieſelſand auch mit verdünnter Fluorwaſſerſtoffſäure behandeln. Die Wirkung geſchieht ſchon in der Kälte und iſt nach vier und zwanzig Stunden beendigt; das Produkt iſt ſehr rein, da es keine Kieſelerde in Auflöſung enthält.

Chlorkieſel.

(Chlorure de Silicium.)

411. Eigenſchaften. Das Chlorkieſel iſt tropfbar flüſſig, farblos, durchſichtig und ähnelt dem Schwefeläther hinſichtlich ſeiner Flüſſigkeit. Es iſt ſchwerer als Waſſer und ſiedet ſchon unter 100° C; es verdampft ſchnell an der freien Luft. In Berührung mit Waſſer zerſetzt es daſſelbe, indem es in Kieſelerde und Chlorwaſſerſtoffſäure übergeht; hieraus kann man ſchließen, daß es an der Luft einen weißen Dampf mit ſtechendem Geruch verbreitet, was auch in der That der Fall iſt. Die Dichtigkeit ſeines Dampfes iſt gleich 5,939.

Dieſe Verbindung iſt übrigens wenig bekannt, allein man kann ihr Verhalten leicht ſchon vorausbeſtimmen, wenn man ſie mit Chlorbor oder Fluorbor, oder auch mit Fluorkieſel vergleicht, mit welchen ſie die meiſte Ähnlichkeit hat.

Das Kalium zerſetzt das Chlorkieſel unter Beihülfe der Wärme; es bildet ſich Chlorkalium und Kieſelkalium. Es muß daher leicht ſeyn das Kieſel durch dieſes Mittel aus der erwähnten Verbindung auszuſcheiden.

Zuſammenſetzung. In Folge der Wirkung, welche das Chlorkieſel auf das Waſſer äußert, beſteht es aus:

1 At. Kieſel	=	92,6	oder	17,3
2 At. Chlor	=	442,6		82,7
1 At. Chlorkieſel	=	535,2		100,0

412. Bereitung. Berzelius, welcher es entdeckte, erhielt daſſelbe, indem er das Kieſel oder Waſſerſtoffkieſel mittelſt trockenen Chlors unter Beihülfe der Wärme behandelte. Beide fangen in dieſem Gas Feuer und fahren fort zu brennen bis ſie völlig in Chlorid verwandelt ſind.

Oerſtedt verſchaffte ſich das Chlorkieſel auf bequeme Weiſe. Das Chlor und die Kohle, jedes für ſich allein wirken nicht auf die Kieſelerde; beide vereinigt, erzeugen dagegen Chlorkieſel und Kohlenoxyd, wenn die Temperatur bis zur Glühhitze ſteigt. Man bringt ein Gemenge aus Kieſelerde und friſch ausgeglühter Kohle in eine Porzellanröhre, an welcher ein Vorſtoß und ein mit Eis umgebener tubulirter Ballon befeſtigt ſind. In der Tubulirung des Ballons

iſt eine gerade Röhre eingeſetzt, welche beſtimmt iſt, das über-ſchüſſige Chlor und das Kohlenoxyd entweichen zu laſſen. Man leitet trockenes Chlor in die Porzellanröhre, erhitzt ſie bis zum Glühen, wobei dann das Experiment ohne weiteres Zuthun ſeinen Gang geht. Das Chlorkieſel verdichtet ſich in dem Ballon, und das Kohlenoxyd entweicht als Gas durch die Röhre.

Das ſo bereitete Chlorkieſel iſt immer mit einer beſtimmten Menge Chlor verunreinigt; man entfernt letzteres, indem man es zugleich mit etwas Queckſilber, das recht trocken iſt, in eine kleine Retorte bringt, einige Augenblicke umſchüttelt und dann deſtillirt. Das überſchüßige Chlor wird durch dieſes Metall abſorbirt, es bildet ſich Chlorqueckſilber im Minimum, welches in der Retorte bleibt, während reines Chlorkieſel ſich entbindet.

Schwefelkieſel.

(Sulfure de Silicium.)

413. Es iſt weiß, wenig oder gar nicht flüchtig, von erdigem Anſehen; es riecht nach Schwefelwaſſerſtoffſäure. Durch die Hitze allein wird es nicht zerſetzt, wohl aber durch die Berührung mit der Luft; es verwandelt ſich alsdann in Kieſelerde und ſchweflichte Säure.

Das Waſſer zerſetzt es und verwandelt es raſch in Schwefelwaſſerſtoffſäure und in Kieſelerde. Letztere löſt ſich in Waſſer auf und zwar ſo reichlich, daß die Flüſſigkeit ſchon durch eine geringe Abdampfung eine gallertartige Conſiſtenz bekommt; verſucht man ſie zur Trockne abzudampfen, ſo läßt ſie Kieſelerde als eine durchſichtige, zerſprungene Maſſe, dem Gummi oder Firniß ähnlich, zurück.

Die Zuſammenſetzung des Schwefelkieſels geht klar aus ſeiner Wirkung auf das Waſſer hervor. Es muß aus 1 At. Kieſel und 1 At. Schwefel beſtehen.

Was ſeine Bereitung betrifft, ſo iſt dieſe ſehr einfach weil man nur das Waſſerſtoffkieſel in Schwefeldampf bis zum Glühen zu erhitzen braucht. Selten erhält man es jedoch rein, indem gewöhnlich noch überſchüſſiges Kieſel beigemengt

iſt. Das Kieſel wird vom Schwefel nicht angegriffen, man muß daher durchaus Waſſerſtoffkieſel hierzu anwenden.

Kieſelſäure.

(Synonyme. Kieſelerde, Siliciumoxyd. Lat. Acidum silicicum, Silicia. Franz. Acide silicique, Silice.)

414. Eigenſchaften. Die Kieſelſäure iſt farb- und geruchlos. In feſter Maſſe iſt ſie durchſichtig, und als Pulver vollkommen weiß; ſie iſt weder ſchmelzbar noch flüchtig; nur wenn man ſie der Einwirkung eines Gebläſes von Waſſerſtoff und Sauerſtoffgas ausſetzt, ſchmilzt ſie zu einem farbloſen Glas. Sie iſt im Waſſer durchaus unlöslich, wenn ſie bis zum Glühen erhitzt wurde; aber als Hydrat löſt ſie ſich leicht auf; ſie wirkt wenig oder nicht auf Pflanzenfarben; aber ihre Wirkung auf die baſiſchen Körper läßt keinen Zweifel über ihre Natur als Säure; ihre Dichtigkeit iſt gleich 2,652.

Wenige Körper ſind im Stande die Kieſelerde zu verändern; um ſie zu zerſetzen, muß man ihr zu gleicher Zeit einen Körper darbieten, welcher fähig iſt, ſich mit ihrem Sauerſtoff zu verbinden, während zugleich ein anderer vorhanden ſeyn muß, der ſich mit dem Silicium verbinden kann. Auf dieſe Weiſe wirken Chlor und Kohle verbunden (412): es bildet ſich Kohlenoxyd und Chlorkieſel; auf dieſelbe Art verhält ſich auch die Fluorwäſſerſtoffſäure: es bildet ſich Waſſer und Fluorkieſel (410); eben ſo wirkt auch das Kalium auf die Kieſelerde; es zerſetzt dieſelbe, indem zu gleicher Zeit ſich Kaliumoxyd und Kieſelkalium bilden. Endlich das Eiſen, das Platin, mit Kohle vereinigt, können ebenfalls bei hoher Temperatur die Kieſelerde zerſetzen. Es bildet ſich Kohlenoxyd und Kieſeleiſen oder Kieſelplatin.

415. Bereitung. Dieſe gründet ſich auf die ſaure Natur der Kieſelerde: man nimmt Kieſelſand, mengt ihn mit dem 8 oder 10 fachen ſeines Gewichts kohlenſaurem Natron, thut das Gemenge in einen irdenen oder platinenen Schmelztiegel und erhitzt denſelben zum Glühen, bis das Gemenge vollkom-

men geſchmolzen iſt. Die Kieſelerde treibt die Kohlenſäure aus, nimmt ihre Stelle ein und bildet kieſelſaures, in Waſſer lösliches Natron, welches mit dem Überſchuß des kohlenſauren Natrons gemengt bleibt. Iſt die Maſſe erkaltet, ſo pulvert man ſie, behandelt ſie mit ſiedendem Waſſer, welches dieſelbe auflöſt und fügt einen Überſchuß an Chlorwaſſerſtoffſäure hinzu. Es bildet ſich auflösliches Chlornatrium, die Kohlenſäure des kohlenſauren Salzes entweicht und die Kieſelerde ſchlägt ſich wenigſtens theilweiſe nieder; um aber weniger davon zu verlieren und die Auflöſung durchs Waſſer zu verhindern, muß man das Produkt zur Trockne abdampfen. Man befeuchtet hierauf den Rückſtand mit konzentrirter Chlorwaſſerſtoffſäure und überläßt ihn einige Stunden lang ſich ſelbſt. Hierauf gießt man Waſſer hinzu, filtrirt und wäſcht; die Kieſelerde bleibt rein, ſehr weiß und leicht zurück.

Der Züſatz von Chlorwaſſerſtoffſäure hat zum Zweck, einige Portionen vom Eiſenoxyd, welche ſich während der Abdampfung von der anfänglich angewendeten Chlorwaſſerſtoffſäure getrennt und niedergeſchlagen haben, wieder aufzulöſen. Die Abdampfung geſchieht, um die Kieſelerde zu entwäſſern, damit ſie im Waſſer unauflöslich werde.

Zuſammenſetzung. Die Kieſelerde wird gebildet aus:

1 At. Kieſel	=	92,6 oder	48,08
1 At. Sauerſtoff	=	100,0	51,92
1 At. Kieſelerde	=	192,6	100,00

415. Benützung. Die mancherlei Arten der Anwendung der Kieſelerde ſind wichtig und zahlreich. Die reine Kieſelerde liefert verſchiedene von dem Juwelier geſchätzte Steine; ſie bildet die Flintenſteine; als Sand wird ſie zur Bereitung des Mörtels, ſo wie zu allen Töpferwaaren angewendet; ſie macht einen weſentlichen Beſtandtheil der meiſten Thonarten, der hydrauliſchen Kalke und faſt aller harten Steine aus, welche die Erdoberfläche bedecken und deren Feſtigkeit und Härte ſie vorzüglich bedingt; ſie bildet die Grundlage des Glaſes, daher gaben ihr auch die alten Chemiker den Namen verglasbare Erde; eben ſo bildet ſie

einen Hauptbeſtandtheil der Emaillen, der künſtlichen Edelſteine ꝛc. Äußerſt nützlich iſt die Kieſelerde ferner bei der Gewinnung des Eiſens und Kupfers aus den Minern dieſer Metalle, ſo wie überhaupt bei vielen metallurgiſchen Arbeiten. In allen dieſen Beziehungen verdient die Kieſelerde eine aufmerkſame Unterſuchung.

417. Natürliches Vorkommen. Unſre Angaben über die Kieſelerde würden unvollſtändig ſeyn, wenn wir nicht hier einige Details über die verſchiedenen Arten derſelben, welche in der Natur vorkommen und über den unmittelbaren Gebrauch dieſes Naturprodukts hinzufügen würden. Man kann die Hauptvarietäten der natürlichen Kieſelerde in zwei Abtheilungen bringen, 1) Quarz und 2) Kieſel. Der Quarz begreift alle Varietäten der Kieſelerde unter ſich, welche in der Glühhitze ihre Durchſichtigkeit behalten, der Kieſel (silex) dagegen alle diejenigen, welche undurchſichtig werden, indem ſie wahrſcheinlich etwas Waſſer verlieren. Es iſt jedoch bequemer, einige Abtheilungen mehr zu machen und die in der Natur vorkommenden Abänderungen der Kieſelerde in ſechs Unterabtheilungen zu bringen, nämlich: Quarz, Achat, Feuerſtein, Mühlſteinkieſel (silex meulière), Opal und Sandſtein. Dieſe Unterſcheidung iſt nothwendig, man mag die chemiſche Geſchichte der Kieſelerde oder das geognoſtiſche Verhältniß derſelben im Auge haben, oder ſelbſt wenn man nur die techniſche Anwendung dieſer Naturprodukte berückſichtigt.

418. Quarz. Der Quarz begreift alle Varietäten der Kieſelerde unter ſich, welche kryſtalliſirt oder kryſtalliniſch vorkommen, durchſichtig ſind und dieß auch in der Glühhitze bleiben.

Bis jetzt konnte man noch kein Mittel finden, um die künſtliche Kryſtalliſation der Kieſelerde zu bewirken. Die Natur dagegen bietet uns dieſen Körper an vielen Orten in gewöhnlich ſehr reinen und zuweilen ſehr großen Kryſtallen dar. Die gewöhnlichſte Form dieſer Kryſtalle beſteht in einem ſechsſeitigen Prisma, welches ſich in einer ſechsſeitigen Pyramide endigt. Das ſpez. Gewicht der Quarzvarietäten iſt von 2,65 bis 2,58. Sie beſtehen im Allgemeinen aus rei-

ner Kieſelerde, aber man findet zuweilen auch Spuren von Thonerde ſo wie auch färbende Oxyde in ſehr kleiner Menge darin.

Der Quarz giebt am Stahl Feuer; er ritzt Glas und ſelbſt Stahl. Iſt er kryſtalliſirt und farblos, ſo erhält er den Namen Bergkryſtall.

Man findet in den Gebirgen der Schweiz, Savoyens und Madagascar Quarzkryſtalle von vollkommener Durchſichtigkeit und ſo großem Volum, daß man ſie zu verſchiedenen Zwecken benützen kann. Man ſchleift dieſe Kryſtalle, um Schmuckſachen und optiſche Inſtrumente daraus zu verfertigen. Auch macht man gewöhnliche Brillengläſer daraus, welche den großen Vortheil haben, daß ſie nicht durch Reiben abgenützt werden, ſo daß die Oberfläche nach vieljährigem Gebrauche ebenſo glatt und glänzend iſt, als anfangs. Man weiß, daß die gewöhnlichen Gläſer dagegen den Nachtheil haben, bald ihre Politur zu verlieren, wegen der wiederholten Reibungen, wenn man ſie aus dem Futteral nimmt, oder wieder hineinſteckt.

Folgendes iſt die Analyſe eines Bergkryſtalls und eines Stückes nicht kryſtalliſirten Quarzes nach Bucholz.

	Bergkryſtall	Quarz
Kieſelerde	99,37	97,75
Thonerde	0,63	0,50
Waſſer	0,00	1,00
Verluſt	0,00	0,75
	100,00	100,00

419. Iſt der Quarz gefärbt und ſeine Farbe rein, ſo wird er zu Bijouteriewaaren benützt, die jedoch niemals hoch im Preiſe ſtehen. Von Braſilien kommt eine außerordentliche Menge gefärbter Quarze von verſchiedenen Nüancen in den Handel. Man giebt ihnen den Namen der Edelſteine, denen ſie ähnlich ſind. Sie haben wenig Werth, da man ſie alle durch künſtliche Edelſteine nachahmen kann und ihr Glanz niemals ſehr groß iſt. Wir wollen hier nur die Varietäten nach den Hauptfarben aufführen.

Man findet in Kärnthen eine Varietät des Quarzes von hellgelber Farbe, welche im Handel unter dem Namen

falſcher Topas, böhmiſcher Topas, occidentaliſcher Topas bekannt iſt. Er iſt von Eiſenoxyd gefärbt.

Man nennt einen ſehr ſchön roſenfarbenen Quarz, der ſich bei Rabenſtein in Bayern, aber auch in Finnland und bei Cork in Irland findet böhmiſchen oder ſchleſiſchen Rubin. Seine Färbung wird dem Manganoxyd zugeſchrieben. Es bleibt jedoch zweifelhaft, ob dieß Oxyd dieſe Farbennüancen wirklich hervorbringen kann.

Der Amethyſt iſt ebenfalls nur eine Quarzvarietät von violetter Farbe, welche er der Anweſenheit von etwas Manganoxyd verdankt. Er findet ſich vorzüglich in den Uraliſchen Gebirgen in Sibirien, und zu Oberſtein, wo er mit den Achaten zugleich vorkommt. Man findet häufig hohle Kugeln (Geoden), deren äuſſere Wand aus Achat beſteht und die inwendig mit Amethyſtkryſtallen ausgekleidet ſind. Dieſe Quarzvarietät iſt die einzige, welche einen bedeutenden Werth hat, wenn die Stöcke groß ſind und die Farbe ſchön iſt.

Roſe lieferte folgende Analyſe des Amethyſt's:

Kieſelerde	97,50
Thonerde	0,25
Eiſenoxyd	0,50
Manganoxyd	0,25
Verluſt	1,50
	100,00

Endlich bezeichnet man mit dem Namen Rauchtopas oder Rauchquarz eine ſehr gewöhnliche Varietät, deren Farbe mehr oder minder dunkelbraun und deren Durchſichtigkeit übrigens vollkommen iſt. Die Farbe ſcheint von der Gegenwart eines organiſchen Stoffs herzurühren.

420. Der Quarz zeigt noch viele andre Erſcheinungen, welche wir nothwendiger Weiſe erwähnen müſſen: oft ſind ſeine Kryſtalle ſchwarz; zuweilen haben ſie ein fettiges Anſehen, einen fettigen Bruch, als ob ſie mit Öl getränkt oder gerieben worden wären. Man findet auch grüne, milchweiße Kryſtalle; auch giebt es deren, welche ein ſehr hübſches Ausſehen haben, indem ſie fremde Körper einſchließen oder im Innern Riſſe oder ein trübes Anſehen haben.

Nicht ſelten findet man in großen Quarzkryſtallen goldgelbe, zuweilen ſehr lange Fäden. Dieß ſind faſt immer nadelförmige Kryſtalle von Titanoxyd, welche in den Kryſtall im Augenblick ſeiner Bildung eingeſchloſſen worden zu ſeyn ſcheinen.

Oft zeigen auch die Quarzkryſtalle eine Menge kleiner Blaſen; ſie befinden ſich faſt immer auf einer Fläche und enthalten Waſſer, oder eine öhlige Subſtanz, oder auch ein Gas, welches Davy für ſehr ausgedehnten Stickſtoff erkannt hat, als wenn derſelbe eingeſchloſſen worden wäre, während die ganze Maſſe ſich in ſehr hoher Temperatur befand.

Endlich finden ſich auch zuweilen im Quarz eine Menge Glimmerblättchen eingeſchloſſen. Dieſe Varietät heißt im Handel Avanturin, ein Name, den man übrigens allen Kryſtallen von ähnlicher Beſchaffenheit giebt. Der Farbenſchimmer, welcher von dem Reflex der Oberfläche dieſer Glimmerblättchen herrührt, gewährt einen äußerſt angenehmen Anblick. Man kam ſo weit, daß man es vollkommen nachahmen konnte, indem man nämlich kleine blätterige Kryſtalle in eine durchſichtige Paſte einſchloß (vergleiche: Künſtliche Edelſteine).

421. Der kryſtalliſirte Quarz ſtellt ſich unter ſo mannigfaltigen Farben dar, daß man ſchon hieraus ſchließen kann, daß er nicht ſelten iſt. Die Kieſelerde findet ſich auch in der That in der Geſtalt des Quarzes als weſentlicher Beſtandtheil faſt in allen Gebirgsarten der älteſten Formation zugleich mit Feldſpath, Glimmer, Hornblende ꝛc. Der Quarz kommt auch zuweilen, jedoch ziemlich ſelten in großen Maſſen, für ſich vor; in dieſem Fall bildet er faſt immer Gänge im Urgebirge. Die Gänge ſind häufig taub, oft aber führen ſie auch Erze.

422. Achat. Die unter dieſem Namen bekannten Steine beſtehen faſt ganz aus Kieſelerde und enthalten nur Spuren von fremden Stoffen, welche ihnen lebhafte, glänzende und ſehr mannigfaltige Farben mittheilen. Die Maſſe der Achate iſt ausnehmend fein, der Bruch wachsartig, ſplitterig oder glaſig. Sie nehmen eine ſehr ſchöne Politur an, werden im

Feuer weiß und beſitzen niemals eine ſo vollkommene Durchſichtigkeit, wie Glas oder Quarz.

Ihr Gebrauch iſt mannigfaltig: bald werden ſie von den Juwelieren verarbeitet, bald dienen ſie zur Verfertigung von Glättinſtrumenten oder Mörſern, die ihrer Härte wegen ſehr geſchätzt ſind. Auch Petſchafte, Salzbüchſen, Meſſerhefte, Knöpfe u. ſ. w. macht man davon.

Die Achate beſtehen gewöhnlich aus konzentriſchen Schichten, die mannigfaltig gebogen, aber unter ſich parallel ſind. Dieſe Schichten haben im Allgemeinen ſehr reine und angenehme Farben. Zuweilen finden ſich jedoch zufällige, fremde Stoffe beigemengt, welche im Innern ein bunt geflecktes Anſehen erzeugen; man heißt dieſe gefleckte Achate. Baumachate oder Moosachate heißt man diejenigen, in deren Innern braune, ſchwarze, grüne oder grünlichte Zeichnungen ſich befinden, welche entweder Geſträuchen oder Converfenfäden ähneln. Die Ähnlichkeit iſt zuweilen ſo bedeutend, daß man öfters darin wahre Mooſe oder Converfenfäden zu erkennen glaubte, welche in die Maſſe des Achates zur Zeit ſeiner Bildung eingeſchloſſen wurden; dieß ſcheint aber ein Irrthum zu ſeyn, und die grüne Farbe von der Gegenwart einiger Metalloxyde herzurühren. Was die Form dieſer Dendriten betrifft, ſo hat dieſelbe nichts außergewöhnliches und findet ſich auch in andern ähnlichen Verhältniſſen.

In Bezug auf die Farbe zeigen die Achate große Verſchiedenheit; ſie werden im Handel in mehrere Unterabtheilungen, unter verſchiedenen Namen, aufgeführt. Sie ſind blutroth (Karneol), orangegelb (Sarder), dunkelgrün mit rothen Flecken (Heliotrop), apfelgrün (Chryſopras), milchweiß, zuweilen mit verſchiedenen Nüancen (Kalzedon), faſt undurchſichtig milchweiß (Kaſcholong). Der Kaſcholong und Kalzedon beſtehen aus reiner Kieſelerde; der Chryſopras iſt von Nickeloxyd gefärbt, der Heliotrop von Eiſenoxydul und der Karneol und Sarder von Eiſenoxyd.

423. Die Höhlungen, wo ſich die Achare bildeten, werden nicht immer von der Maſſe ausgefüllt. Das Innere iſt oft leer, und in dieſem Fall findet man an der innern

Oberfläche Kryſtalle von verſchiedener Art. Dieſe hohlen Kugeln heißen Kugelachate (géodes); ſie ſind manchmal mit Waſſer angefüllt.

Die äußere Beſchaffenheit ſowohl als die innere Maſſe der Achate beweiſen hinreichend, daß die Kieſelerde, welche ſie bildet, urſprünglich in gallertartigem Zuſtand ſich befand, wie dieß Alex. Brongniart behauptet. Man findet dieſe Behauptung beſtättigt, wenn man berückſichtigt, daß am Orte des Vorkommens die unteren Schichten der Achate breiter und dicker ſind als die obern, was beweiſt, daß die anfänglich halbflüſſige Maſſe den Geſetzen der Schwere gehorcht hat.

Die Naturforſcher vermutheten bisher, daß dieſe Kieſelerde in Gallertform in die Höhlungen, welche Achat enthalten, durch einen kleinen obern oder ſeitlichen Kanal gedrungen wären, gegen welchen alle Schichten convergiren und den man oft in den ſorgfältig geſammelten Exemplaren nachweiſen kann; ſie konnten ſich jedoch die Schwierigkeiten einer ſolchen Hypotheſe ſelbſt nicht verhehlen. Wie hätte eigentlich die ſo weiße Kieſelerde, um an den beſtimmten Punkt zu gelangen, die von ſo vielen pulverigen Stoffen verunreinigten Schichten durchdringen können? Wie hätte ſie in dieſe Höhlungen kommen können, ohne Spuren ihres Durchganges in den Felsſpalten zurück zu laſſen? Wie hätten endlich beſonders die Höhlungen der Achate ſelbſt die aus verſchiedenen Stoffen gebildeten Kryſtalle bekommen können, welche man ſo oft darin findet?

Dieſe Schwierigkeiten und auch viele andere, welche wir nicht anführen wollen, ſcheinen uns völlig gehoben, wenn man annimmt, daß die Höhlung, welche die Achate einſchließt, vorher von Maſſen angefüllt war, die z. B. dem Schwefelkieſel analog geweſen ſind. Wenn das Waſſer in die Höhlung gelangen konnte, ſo wurde das Schwefelkieſel in Schwefelwaſſerſtoffſäure verwandelt, welche entwich und in Kieſelerde, welche als Gallertartige Maſſe zurückblieb, ach und nach verhärtete und zu Achat wurde. Auch die Bildung der konzentriſchen Schichten iſt leicht zu begreifen, das Waſſer mag nur durch ein kleines ſeitliches Loch, oder

von allen Seiten durch die Form des Felſen haben eindringen können, wenn dieſes Eindringen nur von Zeit zu Zeit geſchah. Auch die Färbung iſt leicht begreiflich, denn das Waſſer führte Metalloxyde mit ſich, die ſich in den benachbarten Schichten fanden. So wird der vom Nickeloxyd grün gefärbte Chryſopras immer von einem grünen erdigen Stoff begleitet, der ſeine grüne Farbe ebenfalls dieſem Oxyd verdankt.

Was die Kryſtalle betrifft, welche den Achat begleiten, ſo muß man annehmen, als ſeyen ſie theils vor ſeiner Bildung und gleichzeitig mit dem Schwefelkieſel entſtanden, oder auch ſpäter erſt gebildet, je nach ihrer Natur und den Verhältniſſen gemäß, unter welchen ſie vorkommen.

424. Man findet an vielen Or e , Achate; der Hauptort aber, wo derſelbe geſchliffen wird, iſt jedoch ſeit langer Zeit Oberſtein in Rheinbayern. Man findet viele Achate in der nächſtenUmgebung dieſer Stadt ſowohl, als im Kanton Grumbach' und dem Moſeldepartement, von wo ſeit langer Zeit die Achate dahin geliefert werden.

Man färbt die Achate künſtlich, indem man ſie zuerſt mit heißem Öl tränkt und ſie dann, wohl abgewiſcht, in heiße, konzentrirte Schwefelſäure taucht. Die in den Stein gedrungene Portion Öl reagirt gegen die Säure, verkohlt ſich und nimmt eine braune oder ſchwarze Farbe an.

Man verſuchte ſie grün und violett mittelſt Kupfer- und Goldauflöſungen zu färben, aber die Farben werden ſchwach und ungleich.

Man könnte ſich der doppelten Zerſetzung bedienen, den Achat mit einem Eiſenſalz imprägniren und in Cyankalium und Cyaneiſen tauchen, um die blaue Farbe z. B. ein Berlinerblau hervorzubringen. Eben ſo könnte man mit Chlorſilber eine dunkelviolette, mit Cyankupfer eine Kupferfarbe erhalten ꝛc.

Erhitzt man die Karneole vorſichtig, ſo erhöht ſich die Farbe: man muß dieß aber in einem Sandbad thun, um die nöthige Temperatur nicht zu überſchreiten. Es iſt wahrſcheinlich, daß dadurch kleine Antheile von Eiſenoxydhydrat, das eine gelbe Farbe hat, zerſtört werden und in rothes

waſſerfreies Oxyd übergehen; man muß aber verhüten, daß die Temperatur zu hoch ſteigt, ſonſt könnte ſich auch das mit der Kieſelerde verbundene Waſſer verflüchtigen.

Man giebt dem Karneol auf ſeiner Oberfläche eine weiße Farbe, indem man ihn mit einem Überzug vom kohlenſaurem Natron bedeckt und den Stein in einer Muffel erhitzt. Es bildet ſich milchweißes Natronſuperſilikat, das ſo hart iſt als der Achat ſelbſt.

Hier folgen die Reſultate der Analyſe einiger Achate:

	Kalcedon	Karneol	Chryſopras
Kieſelerde	99,0	94,00	96,16
Thonerde	0,0	3,50	0,08
Kalk	0,0	0,00	0,83
Eiſenoxyd	0,0	0,75	0,08
Nickeloxyd	0,0	0,00	1,00
Waſſer	1,0	1,75	1,85
	100,0	100,00	100,00

425. **Opal.** Die weiter unten angeführten Analyſen zeigen, daß der Opal ein wahres Kieſelerdehydrat iſt. Der Antheil Waſſer iſt veränderlich, aber im Verhältniß zu den andern Kieſelerdevarietäten immer ſehr groß.

Die Opale zeigen rückſichtlich der Feinheit ihres Korns zweierlei Varietäten, wovon die eine mit den Achaten, die andre mit den eigentlichen Feuerſteinen übereinſtimmt. Ihre Dichtigkeit iſt nicht beſtändig dieſelbe und wechſelt von 2,0 zu 2,5. Die Gegenwart des Waſſers in den Opalen vermindert ihre natürliche Härte um Vieles. Ob ſie gleich hauptſächlich aus Kieſelerde beſtehen, ſo geben ſie doch am Stahle keine Funken und ſind leicht zerſpringbar. Sie haben einen Harz- oder Wachsglanz. Am Feuer werden ſie weiß und undurchſichtig. Man kennt den Opal nicht in kryſtalliſirtem Zuſtand; doch könnte ſolcher wohl auch vorkommen. Gelänge es die Kieſelerde künſtlich zur Kryſtalliſation zu bringen, ſo würde man wahrſcheinlich auch Opalkryſtalle machen können.

Die Hauptvarietät heißt **edler** Opal oder uneigentlich **orientaliſcher** Opal. Sie findet ſich beſonders in Czernewitza in Oberungarn. Sie iſt von hellweißer und bläuli-

cher Farbe und zeigt, in verſchiedener Richtung betrachtet, lebhafte Regenbogenfarben; eine Eigenſchaft, die von den zahlreichen Sprüngen herrührt, welche ſie ſehr zerbrechlich machen.

Gemeiner Opal heißt derjenige, welcher keine Regenbogenfarben zeigt.

Hydrophane nennt man diejenigen Opalvarietäten, welche ins Waſſer getaucht, durchſichtig werden. Sie kleben an der Zunge, da ſie ſehr begierig nach Waſſer ſind.

Alle dieſe Varietäten findet man an denſelben Orten, wo der Kalcedon vorkommt; ſie ſcheinen ſich zuweilen in dieſen letztern umzuwandeln. indem ſie ihr Waſſer verlieren.

Folgende Opalanalyſen ſind von Klaproth.

	Edler Opal.	Gemeiner Opal.	Feueropal.	Hydrophan.
Kieſelerde	90,0	93,50	92,00	93,12
Thonerde	—	—	—	1,63
Eiſenoxyd	0,0	1,00	0,25	0,00
Waſſer	10,0	5,50	7,75	5,25
	100,0	100,00	100,00	100,00

426. Am Menil montant bei Paris findet ſich ein Opal von grobem Korn, welchen man Menilith nennt. Er unterſcheidet ſich von den eigenlichen Opalen durch einen mattern Bruch und ein blätteriges Gefüge. Der Menilith iſt braun und findet ſich in Nieren in einem Thon, welcher gleichfalls größtentheils aus Kieſelerde und Waſſer beſteht.

Nach Klaproths Analyſe beſteht der Menilith aus:

Kieſelelerde	85,50
Thonerde	1,00
Eiſenoxyd	0,50
Kalk	0,50
Waſſer und organiſche Produkte	11,00
Verluſt	1,50
	100,00

427. Feuerſtein. Dieſe Varietät der Kieſelerde wird zu Feuerſteinen gebraucht. Auch zur Maſſe, woraus manche Töpferwaaren verfertigt werden, nimmt man ſie, nachdem ſie, durch beſonders dazu gebaute Mühlen, fein gepulvert worden ſind.

Der Feuerſtein findet ſich in unregelmäßigen Nieren oder in unterbrochenen Bänken in den horizontalen Schichten der Flötzgebirge, beſonders der Kreide, zuweilen im dichten Kalk; ſein Bruch iſt vollkommen muſchelig, bald glatt, bald matt; ſein Korn iſt nicht ſo fein als das des Achates; ſeine Farbe wechſelt vom Grauſchwarzen bis ins Blaßgelbe. In dünnen Splittern iſt er durchſichtig, doch immer trübe; ſeine Dichtigkeit iſt 2,60; er wird durchs Feuer weiß; dann undurchſichtig, zerbrechlich und ſehr zerreiblich.

Die Feuerſteine, wie ſie aus den Steinbrüchen kommen, ſind faſt immer mit einer mehr oder minder dicken, weißlichen, zerreiblichen und pulverigen Kruſte bedeckt: dieß iſt verwitterte Kieſelerde. Nach einiger Zeit bekommen oft die friſchen Bruchflächen eine ähnliche Beſchaffenheit. Friſch ſind ſie mit einer Feuchtigkeit imprägnirt, welche außen an den Sprüngen in Tröpfchen hervordringt; nach kurzer Zeit entzieht ihnen jedoch die Luft alles Waſſer oder es bleibt nur noch eine geringe Menge zurück.

Die Maſſe des Feuerſteins iſt nicht immer homogen; man findet oft Knoten und weiße Flocken, die vollkommen undurchſichtig ſind. Dieſe fehlerhafte Beſchaffenheit macht, daß ſolche Feuerſteine nicht zu Flintenſteinen zu gebrauchen ſind, da ſie zu ſchwer zu theilen ſind. Dieſe Flocken rühren übrigens von einer Verſchiedenheit der Zuſammenſetzung her, welche auch in den Töpferwaaren einen nachtheiligen Einfluß haben können. In dieſer Hinſicht ſind die Analyſen von Vauquelin beachtenswerth.

	Vollkommener Feuerſtein.	Weißliche Theile.	Undurchſichtige Theile.	Äußere Rinde.
Kieſelerde	97	98	97	86,4
Kohlenſaurer Kalk	0	2	5	9,9
Thonerde oder Eiſenoxyd	1	1	1	1,2
Waſſer	2	0	0	2,5
	100	101	103	100,0

428. Bei der Verfertigung der Flintenſteine unterſcheidet man zweierlei Sorten von Feuerſteinen. Die erſte (cailloux francs) läßt ſich ſchlagen, dagegen letztere (cailloux grainchus) gar nicht oder nur mit Verluſt von Zeit und Ar-

heit. Die erſtern haben eine faſt kugelrunde Geſtalt; von Gewicht ſind ſie ſehr ungleich, indem dieß von zwei bis zu zwanzig Pfund variirt; ihre Maſſe hat ein fettiges, etwas glänzendes Anſehen und ein ſehr feines Korn. Die Farbe iſt verſchieden, immer aber im ganzen Stein gleichförmig. Der Bruch muß glatt, gleichförmig und leicht konvex oder konkav (muſchelig) ſeyn; dieß iſt das weſentliche Kennzeichen der guten Steine. Zur zweiten Art Feuerſteine gehören diejenigen, welche zu lange an der Luft blieben und ihre natürliche Feuchtigkeit verloren haben, ohne welche man ſie nicht ſchlagen kann oder auch diejenigen, welche weiße Flocken oder inwendig Höhlungen haben, oder endlich diejenigen, deren Geſtalt allzu unregelmäßig iſt; man wirft ſie als unnütz weg. Zu dieſen von Dolomieu entlehnten Details (Ann. des mines t. VI. p. 693) fügen wir diejenigen, welche er über das Schlagen der Flintenſteine giebt.

Die nöthigen Werkzeuge zu dieſer Arbeit ſind: 1) ein kleiner eiſerner Schlägel 1 bis 2 Pfund ſchwer, mit einem Stiel von 7 bis 8 Zoll (pl. 12. fig. 9); 2) ein doppeltgeſpitzter Hammer aus gut gehärtetem Stahl, zwiſchen 10 und 20 Unzen ſchwer, mit einem ſieben Zoll langen Stiel verſehen (pl. 12. fig. 10); 3) ein Werkzeug (roulette genannt), ebenfalls aus gut gehärtetem Stahl von 12 Unzen Gewicht, mit einem 6 Zoll langen Stiel (pl. 12. fig. 11); 4) ein Meiſel, der wie ein Tiſchler-Stemmeiſen auf beiden Seiten zugeſchärft iſt; er muß 8 Zoll lang, 2 Zoll breit und aus ungehärtetem Stahl ſeyn. Man ſchlägt ihn 2 bis 3 Zoll tief in einen Holzblock ein (pl. 12. fig. 12), der dem Arbeiter als Werktiſch dient.

Nachdem man eine gute Feuerſteinmaſſe ausgewählt hat, kann man die ganze Operation in 4 Abſchnitte eintheilen.

Um die Maſſe zu zerſchlagen, ſetzt der auf der Erde ſitzende Arbeiter den Stein auf ſeine linken Schenkel und giebt mit dem eiſernen Schlägel kurze Schläge darauf, um ihn in pfund- oder halbpfundſchwere Stücken mit breiten Oberflächen und faſt glatten Bruchflächen zu theilen; dabei muß man ſich hüten, den Stein nicht durch zu ſcharfe oder zu ſtarke Schläge zu zerſplittern.

Die Hauptkunſt bleibt immer den Stein gut zu ſpalten, das heißt, Splitter abzuſchlagen von gehöriger Größe, Dicke und Geſtalt, um Flintenſteine daraus zu machen: dieß fordert die meiſte Geſchicklichkeit und die ſicherſte Hand. Der Stein ſpringt nicht etwa in einer gewiſſen Richtung, ſondern ſplittert nach allen Richtungen auf gleiche Weiſe. Der Arbeiter hält das Stück Stein in ſeiner linken Hand frei, ohne ſich aufzuſtützen; er ſchlägt mit dem Hammer gegen den Rand der großen Flächen, die durch die erſten Abſprünge entſtanden ſind, ſo daß dadurch die weiße Rinde des Steins ſplitterweiſe abſpringt und der Feuerſtein ſelbſt blos liegt, wie es die Figur 13. zeigt; dann fährt er fort andre Splitter abzuſchlagen, da wo der Stein rein iſt. Dieſe Splitter ſind ohngefähr anderthalb Zoll breit, dritthalb Zoll lang und in der Mitte zwei Linien dick. Unten ſind ſie etwas konvex und laſſen folglich an dem Ort, den ſie vorher einnahmen, eine leichte Höhlung zurück, welche der Länge nach durch zwei etwas vorſpringende, faſt gerade Linien eingefaßt ſind (fig. 14). Dieſe Art von Kanten, welche von dem Abſpringen der erſten Splitter herrühren, finden ſich dann ungefähr in der Mitte der ſpäter weggeſchlagenen Splitter und nur ſolche Splitter allein, an denen ſich dieſe Linien befinden, können zu Flintenſteinen dienen.

Man fährt nun fort den Stein in verſchiedenen Richtungen zu ſpalten oder zu ſplittern, bis die Maſſe des Steins ſo beſchaffen iſt, daß man die erforderlichen Bruchſtücke nicht mehr erhalten kann, oder bis das Stück ſo klein geworden iſt, daß man die zum Abſpringen der Flintenſteine nothwendigen Schläge nicht mehr machen kann.

Man unterſcheidet am Flintenſtein fünf Theile (fig. 15), 1) die Schärfe oder der Theil, welcher zugeſchärft auslauft und auf die Batterie ſchlägt. Die Schärfe muß zwei bis drei Linien breit ſeyn; iſt ſie breiter, ſo iſt ſie zu zerbrechlich; iſt ſie weniger breit, ſo giebt ſie nicht genug Funken; 2) die Seiten oder Seitenränder, welche immer etwas unregelmäßig ſind; 3) der Rücken, oder der der Schärfe entgegengeſetzte Theil; er hat die ganze Dicke des Steins; 4) der untere Theil des Steins, welcher glatt und etwas kon-

ver iſt; 5) die kleine obere Fläche, welche zwiſchen dem Kamm und dem Rücken ſich befindet; ſie iſt etwas konkav. Hieran wird der Stein an den Hahn der Flinte befeſtigt.

Um den Flintenſtein fertig zu machen, wählt man Bruchſtücke mit einem der Länge nach laufenden Kamm. Man beſtimmt die Seite, an welcher man die Schärfe anbringen will, richtet dann die Seiten und den Rücken zu, indem man die konvexe Seite des Splitters auf die Schärfe des Meißels ſetzt und mit dem Tafel 12. Fig. 11. abgebildeten Werkzeug (roulette) ſanft darauf ſchlägt. Der Stein bricht dann genau in der auf dem Meißel ruhenden Linie. Auf dieſelbe Weiſe richtet man auch die ſchneidende oder ſcharfe Seite des Steins zu, welche eine gerade Linie bilden muß.

Um einen Stein zuzurichten, braucht man keine volle Minute.

Ein guter Arbeiter richtet 1000 Splitter täglich zu und macht in derſelben Zeit 500 Steine; ſo daß er in drei Tagen 1000 Flintenſteine liefern kann.

Die allzudicken Splitter, ſo wie diejenigen, welche eine Kruſte haben, werden als Steine zu Feuerzeugen verkauft.

Die Verfertigung der Flintenſteine geſchieht in Frankreich in Noyers, St. Aignan und Couffy, im Loir- und Cher-Departement, ſo wie zu Lye im Indre-Departement. Auch in Maysse- (Ardéches-)Departement und in Cerilly (Yonue-) Departement und in Roche-Gugon (Seine-et Oise-) Departent) macht man Flintenſteine, obgleich die Fabrikation hier nicht ſo lebhaft betrieben wird. Die Erfindung der Zündhütchen zerſtört dieſen Zweig der Induſtrie, welcher noch vor wenigen Jahren mehr als 800 Arbeiter beſchäftigte.

Die Flintenſteine müſſen an feuchten Orten aufbewahrt werden; ſonſt trocknen ſie aus und nützen ſich früher ab. Die blaſſen Steine ſind weniger hart als die braunen; da ſie aber hart genug ſind, um viele Funken zu geben, ſo zieht man ſie vor, weil ſie die Batterie weniger abnützen.

Das Mahlen des Kieſels und ſeine Anwendung bei Töpferwaaren werden wir bei dieſem Gegenſtand beſchreiben.

429. **Poröſer Mühlſtein, Mühlſteinquarz** (Silex meulière). Iſt vom vorigen völlig verſchieden, ſowohl ſeiner Structur, als ſeiner Lagerungsverhältniſſe nach. Er findet ſich in zuſammenhängenden, faſt immer horizontalen Lagern, deren größte Mächtigkeit gewöhnlich 9 bis 10 Fuß zu ſeyn ſcheint. Sie liegen gewöhnlich auf Anhöhen und ruhen auf einer Thonſchicht, oder ſind von eiſenhaltigem Sand oder abgerollten Kieſelſteinen bedeckt.

Der poröſe Mühlſteinquarz hat einen geraden Bruch, iſt undurchſichtig und von verſchiedener, aber immer unanſehnlicher Farbe. Stets enthält er eine große Menge mehr oder weniger beträchtlicher, unregelmäßiger Höhlungen. Sind dieſe Höhlungen ſehr zahlreich und groß, ſo wendet man ihn als Bauſtein an, wozu er ſehr gut taugt. Sind die Höhlungen aber kleiner und minder häufig, ſo bedient man ſich deſſelben zu Mühlſteinen, woher ſein Name kommt. Die Zurichtung der Mühlſteine iſt ſehr einfach. Man bezeichnet auf der offen daliegenden Mühlſteinbank Zylinder von paſſendem Durchmeſſer und der paſſenden Dicke, dann löſt man die Scheibe, welche den Mühlſtein bilden ſoll, heraus. Zu dieſem Zweck höhlt man rund um den Zylinder eine Rinne aus, in welche man mit dem Hammer zwiſchen zwei hölzernen Keilen eiſerne Keile treibt. Der Mühlſtein wird im Steinbruch ſelbſt grob behauen und dann herausgeführt, wo man ihn erſt fertig macht. Man trägt Sorge, die Steine horizontal zu theilen, ſo daß die Flächen des Mühlſteins mit denen der Bank parallel laufen und der Mühlſtein an Ort und Stelle auf ſeinem lit de carrière, wie man ſich ausdrückt, ſich befinde. Man nennt geſtützte Mühlſteine (meules d'étançon) diejenigen, welche in vertikaler Richtung abgehauen wurden; ſie ſind nicht ſo geſchätzt.

Man macht oft Mühlſteine aus mehrern Stücken, die man durch eiſerne Reife vereinigt; es ſcheint nicht, daß ſie ſchlechter oder weniger dauerhaft ſind, als die aus einem Stück zugerichteten.

Die am meiſten geſchätzten Mühlſteine ſind die von Tarterai bei La Ferté sous Jouarre. Sie beſtehen aus einem Stück und werden ſeit undenklichen Zeiten in beträcht-

licher Menge daſelbſt gebrochen und weit und breit verführt. Die dortige Mühlſteinbank iſt ſehr mächtig, denn ſie hat zuweilen 15 Fuß und ſelten unter acht.

Zu Houlbec bei Pacy im Eure-Departement und zu Molières bei Limours macht man auch Mühlſteine, meiſt aus mehreren Stücken. Auch an andern Orten kommen dieſe Steine vor, wo man aber nur für die Bedürfniſſe der Umgegend dieſelben gewinnt.

Hecht hat den Mühlſteinquarz von Molières analyſirt und darin gefunden:

Kieſelerde	96
Thonerde	2
Waſſer oder Verluſt . . .	2
	100

Er beſteht ſonach faſt aus reiner Kieſelerde.

Die am meiſten geſchätzten Mühlſteine ſind bläulich grau; ihnen folgen die gelben und zuletzt die weißen. In dieſer Reihenfolge ſtehen ſie auch wirklich hinſichtlich ihrer Härte. Die weißen Mühlſteine führen ſich weit ſchneller als die andern ab. Die Preiſe dieſer drei Varietäten verhalten ſich wie 4, 3 und 2.

430. Sandſtein. Unter dieſem Namen bezeichnet man Flötzmaßen, welche ſich zu verſchiedenen Zeiten abgelagert haben und die vorzüglich aus Quarzſand beſtehen, der durch verſchiedene Subſtanzen zuſammen gebacken iſt. Das Bindemittel, zuweilen im Verhältniß zum Sand in geringer Menge vorhanden, iſt bald Kieſelerde, bald Thon, bald kohlenſaurer Kalk. Die Sandſteine enthalten oft Glimmer, Feldſpath oder verſchiedene analoge Körper, welche augenſcheinlich von Urgebirgsarten abſtammen, deren Zerſtörung zur Bildung der Sandſteine Anlaß gab.

Die Sandſteine werden zu verſchiedenen Zwecken gebraucht, je nach ihrer Härte, der Feinheit ihres Korns und ihrer Färbung. Faſt in allen Fällen iſt ihr Kieſelerdehalt der wichtigſte Umſtand für ihre Anwendung; ihre Farbe iſt oft gelblich, zuweilen röthlich, braun und ſelbſt weiß.

Die Zuſammenſetzung des Sandſteins wechſelt, bald beſteht er faſt blos aus Quarzkörnern, bald bildet das Binde-

mittel faſt die Hälfte der Maſſe und die andre Hälfte beſteht aus Quarzkörnern.

Die vorzüglichſten Arten des Sandſteins ſind: der Steinkohlenſandſtein, der rothe Sandſtein, der Quaderſandſtein, die Molaſſe und der weiße Sandſtein.

Der Steinkohlenſandſtein, der älteſte unter allen, wird wenig zum Bauen oder zum Straſſen- und Wegpflaſter angewendet.

Der rothe Sandſtein, welcher ſich unmittelbar über dem vorhergehenden befindet, wird zu denſelben Zwecken gebraucht, aber viel häufiger, weil er feſter iſt.

Der Quaderſandſtein iſt neuer, obgleich er ebenfalls noch zu den ſecundären Gebirgsarten gehört. Sein Name deutet auf ſeinen Gebrauch. Man wendet ihn in mehrern Theilen von Deutſchland zum Bauen an.

Daſſelbe gilt von der Molaſſe: es iſt ein Sandſtein, der zu den tertiären Gebirgen gehört; er iſt weich, verhärtet aber an der Luft. Man wendet ihn in der Schweiz oft an. Im Steinbruch ſelbſt läßt er ſich leicht theilen; aber nach Verlauf von einiger Zeit wird er ziemlich feſt.

Die weißen Sandſteine ſind noch jünger; ſo der von Fontainebleau. Dieſe Sandſteinarten werden nur zum Pflaſtern gebraucht; ſie ſind zu ſchwer zu theilen, um ſie als Bauſtein anzuwenden.

Der Quarzſand, den man oft in der Natur findet, gehört faſt immer zur Sandſteinformation; um wirklich Sandſtein zu werden, fehlt ihm nur das nothwendige Bindemittel.

Bei den Bauſandſteinen braucht man die Richtung der Schichten nicht zu berückſichtigen. Die Steine können ohne Unterſchied nach allen Richtungen abgelöſt werden, was bei den Kalkſteinen nicht der Fall iſt. Die kieſelige Natur der Sandſteine, welche ihnen eine bedeutende Härte ertheilt, macht ſie zum Pflaſter ſehr geeignet.

Eine andere Eigenſchaft der Sandſteine, die Poroſität macht ſie zu Filtrirſteinen ſehr brauchbar. Da die Kieſelerde im Waſſer nicht auflöslich iſt, ſo wird demſelben hierdurch auch keine ſchädliche Eigenſchaft ertheilt. Die Sandſteine

von Guipuscoa ſind deshalb ſehr berühmt; aber faſt alle Sandſteine, ſelbſt die von Fontainebleau ſind dazu geeignet. Wir werden auf die Apparate zum Waſſer filtriren ſpäter wieder zurückkommen.

Eine der wichtigſten Benützungen der Sandſteine iſt die zur Verfertigung von Schleifſteinen, um harte Körper und beſonders ſtählerne Werkzeuge und Edelſteine zu ſchleifen. Bei dieſer Anwendung kömmt es vorzüglich darauf an, daß die Kieſelerde in kleinen Körnern vorhanden ſey und man ſich überhaupt einen durch und durch recht gleichartigen Sandſtein verſchaffe, von feſter und zäher Beſchaffenheit, von gröbern oder feinern Korn, je nachdem der Schleifſtein beſtimmt iſt, die Politur der Oberfläche anzufangen oder zu vollenden.

Der rothe und Steinkohlenſandſtein liefert gewöhnlich die Steine zum Schleifen oder Scharfmachen. Die Steine, welche man in Oberſtein zum Poliren der Achate anwendet, beſtehen aus rothem Sandſtein; daſſelbe gilt von den Schleifſteinen, die man in Frankreich Lothringiſche Steine nennt. Die Senſenſteine ſind faſt immer aus Steinkohlenſandſtein. Sie ſind graulich oder ſchwärzlich und werden, wenn der Sandſtein von Natur fein iſt, direkt zugerichtet. Im entgegengeſetzten Fall fängt man an den Sandſtein zu zerbröckeln und einen Teig daraus zu machen, den man formt und dann hart bäckt. Zu groben Schleifſteinen bedient man ſich gewöhnlich der Sandſteine der tertiären Formation. *)

---

*) In Deutſchland giebt es an verſchiedenen Orten Sandſtein von bedeutender Feſtigkeit, die auch als Mühlſteine ſehr geſchätzt ſind; hierher gehört z. B. der ſehr beliebte Sandſtein von Wendelſtein bei Nürnberg, der weit verſendet wird. Derſelbe iſt ſehr reich an Feldſpath und zeichnet ſich dadurch vor andern Sandſteinen aus. Auch als Geſtellſtein wird der Sandſtein ſehr häufig in den Hohöfen mit Vortheil benützt, weil er äußerſt ſchwer ſchmelzbar iſt (414).

Der Quarzſand wird bei Verarbeitung des Thons zu Ziegeln und Backſteinen, zu gewöhnlichem Töpfergeſchirr ſo wie zur feinſten Töpferarbeit von Fayance bis zu Porzellan zugeſetzt, vorzüglich wenn die erdige Maſſe ſehr fett oder reich an Thonerde iſt. Hier muß aber auf die Reinheit des Sandes Rückſicht genommen werden, wovon ſpäter am geeigneten Orte die Rede ſeyn wird.

Sehr häufig wird Quarzſand bei der Glasfabrikation ſtatt Quarz angewendet; jeweniger derſelbe dann färbende Metalloxyde wie z. B. Eiſenoxyd enthält, deſto reineres und ſchöneres Glas läßt ſich daraus erzeugen.

Die Schleifſteine, ſo wie die Mühlſteine ſind dem Zerſpringen unterworfen, ſobald man ſie zu raſch bewegt. Dieſer Erfolg tritt allemal ein, wenn die Zentrifugalkraft die Cohäſion, welche die Theile untereinander verbindet, überwiegt; bei der Wahl der Steine, welche eine raſche Drehbewegung erfordern, muß man daher ſehr vorſichtig ſeyn. Trotz dieſer Vorſicht geſchehen doch häufige Unfälle, daher man die Steine ſo ſtellen muß, daß ſie die Arbeiter ſo wenig als möglich beſchädigen können; man läßt daher nur ſo viel vom Stein frei und blos, als nöthig iſt; den übrigen Theil bringt man unter ein hiezu paſſendes Gerüſt oder Vorrichtung.

Sand wird auch gebraucht, um Glas und namentlich Spiegelgläſer zu ſchleifen. In manchen Gegenden wendet man den feinen Sand an, um Schleifſteine für Senſen und Sicheln daraus zu fertigen; man nimmt ein ſchmales 1 Fuß langes, 1 Zoll breites und mit einem Griff verſehenes Stückchen Holz, taucht es in geſchmolzenes Schuſterpech und beſtreut es hierauf mit feinem Sand. A. u. E.

Capitel XIV.

Kohlenſtoff. — Halb-Kohlenwaſſerſtoff, Kohlenwaſſerſtoff, Waſſerſtoffkohlenſtoff, anderthalb Kohlenwaſſerſtoff, doppelt Kohlenwaſſerſtoff, Naphthaline, Roſenöl, ſüßes Weinöl, Naphta, Terpentinöl. — Kohlenſäure, Kohlenoxyd. — Chlor- Jod- und Schwefelkohlenſtoff. — Cyan, Cyanwaſſerſtoffſäure, Cyanſäure und Knallſäure. Chlor- Brom- Jod- Schwefel- und Selencyan.

431. Die Mannichfaltigkeit und Ausdehnung der einzelnen Artikel dieſes Capitels zeigen hinreichend, daß der Kohlenſtoff ſowohl in rein chemiſcher Hinſicht, als in Bezug auf die zahlreichen Arten der techniſchen Benützung eine ſehr wichtige Rolle ſpielt. Der Kohlenſtoff iſt ſeit der früheſten Zeit bekannt, aber die genauern Kenntniſſe ſeiner chemiſchen Eigenſchaften fällt erſt in die Epoche, wo Lavoiſier die Wiſſenſchaft umgeſtaltete und erſt ſeit dieſer Zeit wurde er auch in die Reihe einfacher Stoffe aufgenommen. Seitdem hat der Kohlenſtoff und ſeine Verbindungen ſtets die Aufmerkſamkeit der geſchickteſten Chemiker auf ſich gezogen. Über die Reaktionen dieſes Körpers iſt man im Allgemeinen nun im Klaren, ſeine Verbindungen ſind äußerſt mannichfaltig und die Benützungen derſelben ſehr zahlreich; bei dem großen Umfang der hieher gehörigen Gegenſtände war viel Zeit und Arbeit nöthig, um ſie gehörig zu erörtern. Daher hat auch die Geſchichte der Kohlenſtoffverbindungen, wenigſtens diejenigen, welche zum organiſchen Reiche gehören, nicht den Grad von Vollendung und mathematiſcher Schärfe erhalten, wovon uns die unorganiſche Chemie ſo viele Beiſpiele dar-

bietet. Im gegenwärtigen Capitel wird man alle Kohlenſtoffverbindungen abgehandelt finden, welche man näher kennt. Später werden wir aber auch diejenigen unterſuchen, welche welche noch in ihren chemiſchen Verhältniſſen mehr oder weniger problematiſch ſind.

Kohlenſtoff.

(Synonyme. Lat. Carbonum. Franz. Carbone.)

432. Der phyſiſche Zuſtand des Kohlenſtoffs wechſelt merkwürdig, und durch geringe Abänderungen ſeiner Aggregationsform ſtellt ſich dieſer Stoff uns dar, entweder als zum häußlichen Gebrauch beſtimmte Kohle, oder als Graphit, der zu Bleiſtiften dient, oder als Diamant deſſen Glanz und Durchſichtigkeit jeden Gedanken an eine Ähnlichkeit mit den erwähnten Subſtanzen entfernt. Es würde daher unmöglich ſeyn, eine verſtändliche Überſicht der Eigenſchaften des Kohlenſtoffs zu geben, wenn man nicht ſeine verſchiedenen Aggregatzuſtände ſorgfältig unterſcheiden würde. Wir wollen zuerſt den Diamant, dann den künſtlichen Graphit und den Anthrazit, hernach die vegetabiliſche und thieriſche Kohle betrachten, ſämmtlich Stoffe, welche ſowohl in Bezug auf ihr äußeres Anſehen, als ihre phyſiſchen Eigenſchaften, verſchieden ſind, aber ihrer innern Natur nach dagegen alle einander gleich ſind, da ſie alle aus reinem Kohlenſtoff beſtehen. Zuerſt wollen wir einige Worte über die allgemeinen Eigenſchaften deſſelben ſagen.

433. Phyſiſche Eigenſchaften. Der Kohlenſtoff iſt immer feſt. Er beſitzt weder Geruch noch Geſchmack. Seine übrigen Eigenſchaften wechſeln ſehr. Bald iſt er regelmäßig kryſtalliſirt, durchſichtig, von ausgezeichnetem Glasglanz, weder Elektrizitäts- noch Wärmeleiter; dieß iſt der Diamant. Bald zeigt er eine blätterige, verworrene Kryſtalliſation, iſt ſchwarz, vollkommen undurchſichtig, metalliſch glänzend, Elektrizitäts- und Wärmeleiter; dieß iſt der künſtliche Graphit und Anthrazit. Bald endlich zeigt er keine Spur von Kryſtalliſation und beſitzt ähnliche Eigenſchaften, wie der Anthrazit;

hieher gehört die aus vegetabiliſchen oder thieriſchen Stoffen gewonnene Kohle.

Der reine Kohlenſtoff wird durch die Wärme nicht verändert. Er iſt nicht merklich flüchtig oder ſchmelzbar.

Er verbindet ſich mit dem Sauerſtoff unter Einwirkung der Wärme. Der Diamant brennt nicht ſo leicht als der Anthrazit und letzterer nicht ſo leicht als die organiſche Kohle; enthält der Kohlenſtoff etwas Waſſerſtoff, ſo brennt er noch leichter. Dieß iſt der Fall bei der im Handel vorkommenden Kohle. Sind die waſſerſtoffhaltigen Kohlen einmal angezündet, ſo fahren ſie fort in der Luft zu brennen, während alle reinen Kohlen darin auslöſchen, ob gleich ſie in reinem Sauerſtoff brennen können, wenn man ſie einmal zum Glühen gebracht hat.

Unter den phyſiſchen Eigenſchaften des Kohlenſtoffs befindet ſich vorzüglich eine, welche äußerſt bemerkenswerth iſt. Alle poröſen Stoffe können die Gasarten vermöge einer Anziehungskraft, welche der Capillar-Anziehung, die ſie auf Flüſſigkeiten ausüben, ähnlich iſt, verdichten. Unter dieſen poröſen Körpern beſitzt der Kohlenſtoff aus dem Holze dieſe Eigenſchaft im höchſten Grad. Dieſe Abſorption hat bei einer Temperatur von 100° nicht Statt. Sie nimmt in dem Maaße an Intenſität zu, als die Temperatur niedriger wird. Die abſorbirten Gasarten entweichen aber wieder im luftleeren Raum. Aus dieſen angeführten Thatſachen könnte man allerdings ſchließen, daß die Reaktion rein phyſiſch wäre, eine Meinung, welche folgendes noch zu beſtätigen ſcheint. Die leichten Kohlenarten oder ſolche, welche weite Poren haben, ſo wie auch die zu dichten mit engen Poren verſehenen, abſorbiren die Gaſe weniger leicht als diejenigen, welche zwiſchen beiden das Mittel halten. Kohlenpulver abſorbirt ebenfalls weniger als blos zerſtückte Kohle, auch die mit Gas geſättigte Kohle wirkt kaum mehr auf ein andres Gas. Aus dieſem Geſammtverhalten, welches eigentlich rein phyſikaliſch zu ſeyn ſcheint, kann doch der ausnehmende Unterſchied nicht erklärt werden, der in der Wirkung einer und derſelben Kohle auf Gaſe verſchiedener Natur exiſtirt. Fol-

gende Tabelle lieferte Th. von Sauſſure nach ſeinen eigenen Beobachtungen.

1 Maaßtheil Buchsbaumkohle abſorbirt:

90 Maaßtheile Ammoniak.	35,00 ölbildendes Gas
85 Chlorwaſſerſtoffſäure.	9,42 Kohlenoxydgas.
65 Schweflichte Säure.	9,25 Sauerſtoffgas.
55 Schwefelwaſſerſtoffſäure.	7,50 Stickſtoff.
40 Stickſtoffoxydul.	1,75 Waſſerſtoffgas.
35 Kohlenſäure.	

Wir wollen nun die verſchiedenen Varietäten des Kohlenſtoffs unterſuchen, bevor wir die chemiſchen Eigenſchaften dieſes Körpers näher betrachten.

Diamant.

434. Der Kohlenſtoff als Diamant iſt immer ein natürliches Produkt, welches der Kunſt noch nicht gelungen iſt nachzumachen. Die Härte des Diamants iſt auſſerordentlich; er ritzt alle bekannten Körper, wird aber von keinem geritzt. Seine Dichtigkeit iſt 3,52 bis 3,55. Er iſt weder flüchtig, noch ſchmelzbar. Er löſt ſich in keiner Flüſſigkeit auf. Gewöhnlich iſt er ohne Farbe, doch hat er oft auch blaue, gelbe, roſenrothe, grüne oder braune Färbung, die je nach ihrer Schönheit ſeinen Werth vermindert oder erhöhet.

Der Diamant iſt bald kryſtalliſirt, bald findet er ſich in unregelmäßig abgerundeten Körnern. Im erſtern Fall ſind ſeine Hauptformen das Octaeder, der Cubus, das Tetraeder und das Rhombendodekaeder. Die Kryſtallflächen ſind krummlinig. Wir werden weiter unten ſehen (Siehe: Glas), daß dieſe Eigenthümlichkeit den Diamant beſonders geeignet macht, Glas zu ſchneiden.

Sowohl die lichtbrechende als lichtzerſtreuende Kraft des Diamants iſt ſehr beträchtlich und trägt bei, ihm einen ſtärkern Glanz zu geben, als alle übrigen Edelſteine beſitzen.

Seit den erſten Verſuchen über die Verbrennung des Diamants bis in die neueſte Zeit, war man verſchiedener Meinung über ſeine Natur. Bald betrachtete man ihn als reinen Kohlenſtoff, bald als oxydirten Kohlenſtoff, bald als Kohlenſtoff mit Waſſerſtoff verbunden. Davy's neueſte

Unterſuchungen hoben jedoch allen Zweifel, denn er zeigte, daß der Diamant in einem Überſchuß von Sauerſtoff kein Waſſer lieferte und daß er einen Theil des Sauerſtoffs in Kohlenſäure verwandelte, ohne deſſen Volum zu ändern. Dieſe beiden Thatſachen reichen hin, um zu beweiſen, daß der Diamant aus vollkommen reinem Kohlenſtoff beſteht. Er wird übrigens vom Sauerſtoff ohne Rückſtand verzehrt.

435. Seitdem die Natur des Diamants bekannt iſt, mußte man auf Mittel denken, die Kryſtalliſation des Kohlenſtoffs auf künſtlichem Wege hervorzurufen; alle bisher verſuchten waren jedoch ohne Erfolg. Man kennt keine Flüſſigkeit, die im Stande wäre, die Kohle aufzulöſen; weswegen man auch keine Auflöſungen und Abdampfungen dieſes Stoffs machen kann. Würde man auch ein Auflöſungsmittel kennen, ſo iſt es doch noch nicht ausgemacht, ob die Kohle beim Niederſchlagen ſich kryſtalliſiren würde. Einen günſtigern Erfolg dürfte man vielleicht erwarten, wenn man mittelſt langſamer, chemiſcher Reaktionen auf flüſſige Kohlenſtoffverbindungen einzuwirken verſuchen wollte, indem man dieſe mit Körpern zuſammenbrächte, die fähig ſind, ihnen die übrigen Beſtandtheile zu entziehen. Die Verbindungen von Waſſerſtoff und Kohlenſtoff, von Schwefel und Kohlenſtoff ꝛc., würden ſich vielleicht unter paſſenden Umſtänden mit Chlor, Brom, Jod in Berührung gebracht, in Chlorwaſſerſtoffſäure und Kohle langſam genug verwandeln, um in kryſtalliniſcher Geſtalt aufzutreten. Ich führe dieſe Stoffe nur beiſpielsweiſe an, obwohl es nicht die allerſchicklichſten ſind, denn ihre Berührung verurſacht gemeiniglich komplicirtere Reaktionen, welche ſpäter unterſucht werden ſollen. Das Chlor z. B. entzieht den Verbindungen von Waſſerſtoff und Kohlenſtoff den Waſſerſtoff; übrigens aber vereinigt es ſich ſelbſt mit dem Kohlenſtoff und erzeugt Chlorkohlenſtoff.

Wird der Kohlenſtoff ſchnell abgeſchieden, ſo ſetzt er ſich immer als ſchwarzes Pulver ab. Man kann daher nur dann ein Gelingen hoffen, wenn die Reaktion ſehr langſam vor ſich geht. In dieſer Hinſicht könnte vielleicht die Anwendung von ſchwacher, aber lange fortgeſetzter Elektrizität vortheil-

haft wirken. So machte Becquerel durch Verſuche dieſer Art viele Stoffe kryſtalliſiren, welche eben ſo viel Schwierigkeit in dieſer Hinſicht darzubieten ſchienen, als der Kohlenſtoff, wie z. B. metalliſches Kupfer und Kupferorydul.

Neuerlich verſuchte man Diamanten durch Einwirkung einer hohen Temperatur zu machen. Da die gewöhnlichen Öfen nicht hinreichten, ſo nahm man die Zuflucht zu ſtarken Voltaiſchen Säulen und glaubte an Kohlenſtückchen, die man einer heftigen Glut ausſetzte, Spuren von deutlicher Schmelzung zu finden. Man erhielt ſogar kleine glaſige Kügelchen; alle dieſe Produkte rührten jedoch von der Aſche her, welche von der Verbrennung der angewendeten Kohle kam. Denn dieſe Aſche lieferte, da ſie Kieſelerde, Kali und phosphorſaure Salze enthielt, eine Art Glas beim Schmelzen, welches natürlich mit dem Diamant nur eine leichte Ähnlichkeit im Äußern hatte, wie die geringſte genauere Prüfung bewies.

Natürlicher Weiſe ſtellte man, da die chemiſchen Verſuche ungenügend ausfielen, Unterſuchungen an, ob das natürliche Vorkommen des Diamants keinen Fingerzeig abgäben, die Bildung dieſes Körpers zu begreifen; ſie genügten jedoch eben ſo wenig. Der Diamant findet ſich im aufgeſchwemmten Lande; er gehört jedoch einer frühern Epoche an; da man aber über ſeine urſprüngliche Lagerung nur Vermuthungen hat, ſo bleibt es ungewiß, ob er in Gebirgen neptuniſchen oder vulkaniſchen Urſprungs gebildet wurde.

436. Man kennt den Diamant ſchon ſehr lange. Die Alten hatten für dieſen Schmuck eine wahre Verehrung, wegen der großen Seltenheit ſolcher Diamanten, welche ſchon die Natur bedeutend glänzend und durchſichtig liefert. Sie verſtanden nicht, ſie kunſtgerecht zu ſchleifen und ſo hatten die meiſten Diamanten keinen Werth und wurden nicht benützt. Die römiſchen Steinſchneider wußten ſich Diamantenpulver zum Schleifen und Poliren der Edelſteine zu verſchaffen, was ſie auch auf die Kunſt der Diamantenſchleiferei hätte führen ſollen, die ebenfalls auf der Eigenſchaft dieſes Körpers beruht, ſich durch ſein eignes Pulver ſchleifen zu laſſen.

Die Diamantenſchleiferei iſt eine neue Erfindung, welche nicht über das Jahr 1476 hinausgeht. Man verdankt ſie dem Ludwig von Berquem, der einige, auf ſehr ſcharfſinnige Weiſe, wahrſcheinlich nur zufällig gemachte Beobachtungen, vortheilhaft benützte. Es war ein junger Mann aus Brügge, aus einer edlen und reichen Familie; gänzlich unerfahren in der Kunſt der Steinſchneiderei, machte er die Beobachtung, daß zwei ſtark aneinander geriebene Diamanten ſich abſchliffen und wechſelſeitig in Pulver verwandelten. Mehr bedurfte es nicht für einen erfinderiſchen Kopf, denn er brachte bald das Verfahren beinahe auf denſelben Punkt, wo es jetzt iſt.

Das Schleifen des Diamants geſchieht auf einer horizontal geſtellten Scheibe aus ganz weichem Stahl. Man beſtreicht ſie mit einer Maſſe aus Diamantpulver, das mit Öl angerührt iſt. Dieß Diamantpulver erhält man, indem man rohe Diamanten aneinander reibt. Der zum Schleifen beſtimmte Diamant wird mit Zinn in eine Faſſung von Kupfer eingelöthet, welche mit einer Zange von Stahl gehalten wird. Dieſe Zange wird mit einem Gewicht beſchwert und drückt den Diamant auf die Scheibe, welcher man dann mittelſt einer mechaniſchen Vorrichtung eine raſche Drehbewegung giebt. Iſt eine Fläche abgeſchliffen, ſo bringt man dem Diamant in eine andere Lage und ſo fort, bis derſelbe die gewünſchten Flächen erhalten hat.

Die Diamanten, welche ehedem mit ihrer natürlichen Politur angewendet wurden, heißen rohe Diamanten (bruts ingénus); diejenigen, welche eine regelmäßige Kryſtalliſation hatten, hieß man Diamanten mit natürlichen Ecken (à pointes naïves). Von letzterer Art ſind faſt alle die, welche man in alten Waffen findet. Endlich giebt es gewiſſe, ſehr ſeltene Diamanten, welche gar nicht geſchliffen werden können; man nennt ſie Naturdiamanten (diamans de nature). Man hebt ſie für die Glaſer auf oder pulvert ſie, wie die ausgeſchoſſenen Diamanten, in ſtählernen Mörſern. Dieſes Pulver dient zum Schleifen der Diamanten und anderer harten Steine.

Manchmal nimmt man ſeine Zuflucht zum Spalten, um Diamanten von ſchlechter Form gebrauchen zu können. Der Diamant ſpaltet ſich parallel den Flächen eines regelmäßigen Octaeders. Um dieß Verfahren mit Sicherheit auszuüben, fängt man an um den Theil, welchen man wegnehmen will, rings umher einen leichten Einſchnitt zu machen; iſt dieſer tief genug, ſo ſetzt man in den Einſchnitt eine recht ſcharfe, gut gehärtete ſtählerne Meſſerklinge und giebt einen Schlag auf den Diamant, der dadurch in der Richtung des Einſchnitts in zwei Theile getheilt wird.

Zuweilen kürzt man auch die Operation des Schleifens ab, indem man durch Sägen einen Theil des Diamanten wegnimmt. Dieſe Operation wird mittelſt eines dünnen ſtählernen Drathes ausgeführt, den man mit Diamantpulver, das mit Öl vermiſcht iſt, beſtreicht. Man löſt ſo Ecken oder Blätter ab, um die Form des Diamanten ſchneller regelmäßig zu machen.

437. Zur Zeit als Ludwig von Berquem die Kunſt der Diamantſchleiferei erfand, begnügte man ſich, ſeine ſchöne Durchſichtigkeit und den Glanz blos zu legen, ohne daß man ſuchte, ihn zu erhöhen; man gab ihm daher blos einfache Formen.

An den vor Alters geſchliffenen Diamanten finden ſich nur zwei Hauptflächen und die Seiten laufen ſchräg zu; dieſe nennt man Tafelſteine (pierres en table ou pierres faibles). Zuweilen richtete man auch nur den äußern Theil der Diamanten zu, und ſchlief die entgegengeſetzte Fläche in ein regelmäßiges Prisma: dieſe Art nannte man Dickſteine (pierres épaisses). Dieſe Namen zeigen hinreichend, daß der Steinſchneider mehr ſuchte, den Diamant zu ſchleifen, ohne ihm zu viel von ſeinem Gewicht zu nehmen, als ihm nach optiſchen Regeln eine Form zu geben, die geeignet iſt, ſein Strahlenberechnungsvermögen zu erhöhen.

Dieß ſuchte man ſpäter in dem Roſettenſchnitt (taille en rose), und mehr noch im Brillantſchnitt (taille en brillant) zu erreichen; es ſind dieß die einzigen noch gebräuchlichen Formen. Der Roſettenſchnitt wurde vor 200 Jahren erfunden. Den Brillantſchnitt ließ der Cardinal

Mazarin zuerſt an zwölf Diamanten ausführen, welche unter den Kron-Edelſteinen mit dem Namen der zwölf Mazarine (Douze-Mazarins) bekannt ſind.

Der Roſettenſchnitt iſt ſehr einfach; der untere Theil des Diamanten iſt platt, der obere iſt erhaben in vier und zwanzig Facetten geſchliffen. Sechs Dreiecke bilden mit ihren vereinigten Spitzen eine Pyramide, ſechs andre ſtehen mit ihren Grundlinien auf den Grundlinien der erſtern und ihre Spitzen endigen ſich in dem Rande der untern Ebene. Dieſe ſechs letztern Dreiecke laſſen demnach zwiſchen ſich ſechs Zwiſchenräume, von welchen jeder wieder in zwei Facetten geſchliffen wird.

Der Brillantſchnitt entſtand offenbar aus dem Schnitt, welchem die Dickſteine früher unterworfen wurden. Die Form im Allgemeinen iſt dieſelbe, jedoch mit dem Unterſchied, daß der Seitenrand der Tafel, ſtatt vier Flächen, deren achte hat, die in dreieckige oder rautenförmige Facetten geſchnitten ſind. Dieſer Theil beträgt das Drittel des Diamants. Der Untertheil (Culasse), macht die beiden andern Drittheile aus; anſtatt aber ein umgekehrtes Prisma darzuſtellen, beſteht er aus ſymmetriſchen Facetten, welche denen des Obertheils entſprechen. Die meiſten alten Dickſteine wurden zu Brillanten umgeſchliffen.

Der Brillantſchnitt giebt den Diamanten das mannichfaltigſte Licht und Farbenſpiel; die Roſette mag vielleicht einen lebhaftern Glanz haben, hat jedoch ein geringeres Farbenſpiel. Gegenwärtig zieht man allgemein den Brillant vor; der Regent (441) iſt hievon ein ſchönes Beiſpiel.

438. Der Diamant findet ſich immer in einem aufgeſchwemmten Lande, welches ziemlich neu zu ſeyn ſcheint und in allen gegenwärtig bekannten Diamantgruben von gleicher Beſchaffenheit iſt. Es beſteht aus Kieſelgerölle, welches durch eiſenhaltigen oder ſandigen Thon verbunden iſt. Man findet darin Eiſenoxyd in verſchiedenen Zuſtänden, Quarz, verſteinertes Holz ꝛc. Dieſes aufgeſchwemmte Land liegt blos und nimmt große Flächen ein. Es iſt daher intereſſant, die Umſtände, welche auf reiche Ausbeute deuten, genau kennen zu lernen, um nicht unnützerweiſe große Landſtrecken darauf zu

bearbeiten. Man glaubte nämlich immer zu bemerken, daß die größten Diamanten ſich ſtets im Grund und an den Rändern breiter Thäler finden und beſonders auf Punkten, wo man Eiſenerz in glatten Körnern (Bohnenerz) findet. Man findet wenig oder gar keine auf Hügeln. Dort mußten ſie ſich natürlicherweiſe ablagern, wenn das Gebirge, das ſie enthält, vom Waſſer weggeriſſen wurde. Da ihre Dichtigkeit im Allgemeinen größer war, als die des Thons und der Rollſteine, ſo mußten ſie auch an die tiefſten Stellen des aufgeſchwemmten Landes geführt werden, zugleich mit den Eiſenminern, welche ebenfalls dichter ſind als die erwähnten Stoffe. Der Diamant findet ſich gewöhnlich nicht ſehr tief unter der Oberfläche des Bodens.

Es giebt wenige Gegenden, wo ſich Diamanten finden. Nur in Indien, auf der Inſel Borneo und in Braſilien giebt es welche.

Die Diamantgruben von Indien, welche wahrſcheinlich ſeit ſehr langer Zeit bekannt ſind, ſcheinen erſt in neuern Zeiten betrieben worden zu ſeyn; ſchon 1622 aber ſollen die berühmten Gruben von Golconda 30,000 Arbeiter zur Gewinnung dieſes koſtbaren Körpers beſchäftigt haben. Die hauptſächlichſten Diamantlager in Indien ſind in Dekan und Bengalen. In Dekan befinden ſich faſt alle ſchon in älterer Zeit bekannten Gruben, ſo wie auch die, welche noch gegenwärtig betrieben werden. Sie liegen in der Umgegend von Viſapur oder Golconda. Da man in den erſtern nur kleine Diamanten fand, ſo wurden ſie nach und nach verlaſſen; dagegen haben die der Umgegend von Golconda die berühmteſten Diamanten geliefert, ſo z. B. den Regent.

Gegen die Mitte des achtzehnten Jahrhunderts entdeckte man in Braſilien, in der Provinz Minas Geraes eine an Diamanten ziemlich reiche Landſtrecke, ſo daß deren Bearbeitung zum Bedürfniß des Handels ausreicht. Man bearbeitet aber nicht einmal allen Boden der Art in der neuen Welt.

439. Die Aufſuchung der Diamanten iſt in der That eine ſehr koſtſpielige Operation, welche in ſehr ziviliſirten Ländern, wo die Taglöhner theuer bezahlt werden müſſen

und die Sklaverei aufgehoben iſt, unausführbar wäre. Die Kleinheit und Seltenheit der Diamanten machen das Auswaſchen und ſorgfältige Durchſuchen einer Menge Erde nothwendig. Trotz der genaueſten Aufſicht wiſſen doch die zu dieſer Arbeit verwendeten Sklaven eine beträchtliche Menge Diamanten auf die Seite zu ſchaffen, ohne daß es die Aufſeher bemerken.

In Indien wuſch man die diamantführende Erde, um den Sand und Thon wegzuſpülen, dann brachte man den Rückſtand, welcher vorzüglich aus kleinen Kieſelſteinen und Eiſenſteinen beſtand, auf eine gutgeſtampfte Tenne; man ließ dieſe Stoffe trocknen und dann die Diamanten, die darin enthalten ſeyn konnten, durch ganz nackte Menſchen unter genauer Aufſicht ſuchen. Dieſe Operation geſchah in der Sonne, da die Diamanten dadurch leichter unter den übrigen beigemengten Stoffen in die Augen fielen.

In Braſilien geſchieht die Gewinnung der Diamanten auf ähnliche Weiſe, jedoch regelmäßiger. Die Diamanterde, die den Namen Cascalho führt, wird auf eine große Waſchtafel gebracht, die in verſchiedene Fächer oder Abtheilungen getheilt iſt. Dieſe Tafel iſt gegen den Horizont geneigt und an dem obern Theil jeder Abtheilung befindet ſich ein Neger, der das Cascalho portionenweiſe darauf bringt. Ein Waſſerſtrom, welcher ſich nach Willkühr in dieſe Abtheilungen ergießt, führt den Sand und Thon mit fort und läßt den Grus und die Diamanten zurück, welche dann mit den Händen ausgeſucht werden. Jede Werkſtätte hat zwanzig Neger und einige Aufſeher, welche auf erhöhten Bänken am obern Ende der Tafel ſitzen. Sobald ein Neger einen Diamant findet, ſo ſchlägt er in die Hände, der Aufſeher kommt dann und nimmt denſelben und legt ihn in einen Napf, der in der Mitte der Werkſtätte ſteht. Wer einen Diamant von 70 Gran Gewicht findet, wird ſogleich feierlich in Freiheit geſetzt. Trotz dieſer Prämie wird doch Unterſchleif getrieben, welchen man auf ein Drittheil des ganzen Gewinns ſchätzt und zwar gerade mit den größten und ſchönſten Diamanten.

Der Grund davon iſt leicht einzuſehen; die zu dieſem Dienſt gebrauchten Neger gehören Privatleuten, welche ſie an die Regierung vermiethen und daher von den Negern leicht die geſtohlenen Diamanten erhalten können, indem ſie ihnen dieſelben abkaufen und ſie leicht in Freiheit ſetzen können, wenn ſie es für paſſend halten.

440. Die Braſilianiſchen Gruben liefern jährlich 25 bis 30,000 Karat, welche ohngefähr 10 bis 13 Pfund rohe Diamanten betragen, eine Menge, die für das Bedürfniß des Handels hinreicht; ſonſt lieferten ſie mehr, indem die jährliche Ausbeute ſich bis auf 15 Pfund belief. Hievon erhält man nur ohngefähr 8 bis 900 Karat geſchliffenen Diamanten, die ſich für den Bijouteriehandel eignen; alle übrigen werden zu andern Zwecken verwendet, wie wir weiter unten ſehen werden.

Der Preis der Diamanten iſt ſehr bedeutend; obwohl derſelbe zum Theil auf Übereinkunft beruht, ſo hat er doch eine zu reelle Baſis, um einen bedeutenden Wechſel zu erleiden. Die Bearbeitung der Diamantengruben iſt ſo langwierig und ſo wenig ergiebig, daß man die Gewinnungskoſten im Durchſchnitt auf 38 francs 20 centimes für 4 Gran oder 1 Karat ſchätzt. Diejenigen, welche nicht geſchliffen werden können, verkauft man zu 30 bis 36 Franken den Karat; die übrigen ſind weit theurer, weil ſie zum Theil die Koſten dekken und doch auch Gewinn bringen müſſen, der nicht unbeträchtlich iſt.

Um den Preis dieſes Gegenſtandes zu beſtimmen, geht man im Handel von beſtimmten Grundſätzen aus, welche leicht zu kennen ſind. Die Gewichtseinheit für die Diamanten heißt Karat. Bruce lehrte den Urſprung dieſes Wortes kennen, welches man auch für den Gehalt des Goldes braucht. Im Lande der Shangallas in Afrika beſteht ein beträchtlicher Goldhandel und die Einwohner bedienen ſich ſeit undenklicher Zeit als Goldgewicht des Saamens einer Pflanze, die zu der Familie der Schotengewächſe gehört und welche ſie kuara nennen. Dieſe Samenkörner wurden nach Indien gebracht und dienten ſeit dem Anfang des Diamantenhandels dazu, um die Diamanten zu wägen. Der Karat

hat 4 Gran; man nimmt aber an, daß dieſe Grane leichter ſind, als diejenigen des alten Gewichts, denn 74½ machen 1 Drachme oder 72 gewöhnliche Grane aus. Der Karat iſt gleich 205 Milligrammen.

Oben wurde bereits erwähnt, daß der Preis der nicht zum Schleifen geeigneten Diamanten von 30 bis 36 Franken für den Karat wechſelt.

Wenn die Diamanten geſchliffen werden können und ihr Gewicht iſt unter einem Karat, ſo gilt derſelbe 48 Franken.

Bei Diamanten über einen Karat nimmt man das Quadrat dieſes Gewichts und multiplicirt es mit 48. So hat alſo ein Diamant von 3 Karaten den Werth von 3×3×48 = 432 Franken. Man erſieht hieraus, daß der Preis mit der Zunahme des Gewichts ſehr ſchnell ſteigt.

Dieſe Annahmen erleiden wenig Modifikationen für die rohen Diamanten; dagegen ſtehen die geſchliffenen weit höher im Preis, wegen der Arbeit, des Verluſt's an Gewicht und der Gefahr, die man beim Schleifen läuft. Man ſchätzt den Verluſt, den ein Diamant durch das Schleifen erleidet, auf die Hälfte ſeines Gewichts, im rohen Zuſtand angenommen. Folgende Preisliſte möge dienen, um den ungefähren Werth der Diamanten kennen zu lernen.

Mittleres Gewicht der Diamanten.	Preis des Karats.		
$\frac{1}{20}$ Karat	60 bis	80 Franken.	
$\frac{1}{10}$ —	100 —	125	—
½ —	160 —	192	—
¾ —	200 —	261	—
1 —	220 —	250	—
	Preis des Diamants.		
2 —	650 —	800	—
3 —	1600 —	2000	—
4 —	2400 —	3000	—
5 —	4000 —	6000	—

Der Werth iſt übrigens ſehr verſchieden, je nach der Form, der Reinheit, der Farbe und ſelbſt des Gewichts der Diamanten. So kann man auch z. B. leichter Diamanten von ¾ von 2 und 3 Karaten anbringen als andre. Fehlen

gerade Diamanten von einer gewiſſen Größe im Handel, ſo ſteigt der Preis ꝛc. Jedoch nimmt man bei Diamanten, welche ſchwerer als ein Karat ſind, das Quadrat des Gewichts als Norm an und multiplizirt mit 192 oder überhaupt mit einer nach den Fehlern oder der Schönheit des Diamants für den Karat zu beſtimmenden Zahl.

441. Schon die zum Schleifen tauglichen Diamanten ſind ſelten; noch vielmehr aber ſind es diejenigen, welche ein beträchtliches Gewicht, eine vortheilhafte Form und eine reine, waſſerhelle Farbe haben; ſie haben dann einen ſehr hohen Preis, ſelbſt wenn man ſie nur ohngefähr nach obigen Angaben ſchätzt. Die großen Diamanten ſind übrigens ſo ſelten, daß man ſie alle kennt und daß in den Gruben kaum alle hundert Jahre ſich einer findet. Faſt alle großen Diamanten, Muſter-Diamanten (diamans parangons) genannt, kommen aus Indien. Der größte, welchen man in Braſilien fand, wiegt nur 95 Karat. Er iſt noch ungeſchliffen und hat die natürliche Octaederform; er gehört dem König von Portugal.

Unter den indiſchen Diamanten führt man den des Raja von Matun auf Borneo auf. Er wiegt wenigſtens 300 Karat (mehr als 2 Unzen): er iſt der größte der bekannten Diamante.

Der des Groß-Moguls wiegt 279 Karat und wurde von Tavernier auf 11 Millionen geſchätzt. Er hat ein ſchönes Waſſer und eine ſchöne Form; aber er hat einen Flecken, welcher ſeinen Werth verringert.

Der Diamant des Kaiſers von Rußland wurde 1772 gekauft und wiegt 193 Karat. Er wurde mit 2,250,000 Franken baar und einer Leibrente von 100,000 Franken bezahlt. Er hat ein ſchönes Waſſer, iſt ſehr rein; aber ſeine Form iſt ſchlecht.

Der des Kaiſers von Öſterreich wiegt 139 Karat; er iſt auf 2,600,000 Franken geſchätzt.

Endlich der Diamant des Königs von Frankreich wiegt nur 136 Karat. Er iſt bekannt unter dem Namen Pitt oder Regent, weil er zur Zeit der Minderjährigkeit Ludwigs des XV. vom Herzog von Orleans von einem Engländer Na-

mens Pitt gekauft wurde. Er ward mit 2,500,000 Franken bezahlt; nach der Verſicherung ſoll er aber doppelt ſo viel werth ſeyn, wegen ſeiner ganz vorzüglichen Form und ſeiner vollkommenen Reinheit. Er wog 410 Karat, bevor er geſchliffen wurde und koſtete zwei Jahre Arbeit.

442. Die Benützung des Diamants iſt vielfach, ſelbſt wenn man ihn nicht mehr als Gegenſtand des Schmuckes betrachtet. Durch ſeine auſſerordentliche Härte eignet er ſich beſſer als jeder andere Körper zur Verfertigung von Zapfen in feinen Uhrwerken, welche von außerordentlicher Dauer ſind. Man könnte ihn wohl auch zur Ausfütterung der Löcher der Drahtzieheiſen anwenden, welche dadurch eine große Härte und einen unveränderlichen Durchmeſſer erhielten. Die Glaſer gebrauchen denſelben bekanntlich, um Glas zu ſchneiden, wie wir es weiter unten ſehen werden; das Diamantpulver endlich gebraucht man zum Schleifen andrer Edelſteine.

Graphit oder Reißblei.

443. Mit dieſem Namen bezeichnet man eine Verbindung aus Kohlenſtoff und Eiſen, welche ſich in der Natur findet und die man zur Verfertigung der ſogenannten Bleiſtifte anwendet. Man hat der Ähnlichkeit wegen, obwohl mit Unrecht, eine Varietät der reinen Kohle ſo benannt, welche ſich von dem langſam erkalteten Gußeiſen ſcheidet und die in glimmerartigen Blättchen kryſtalliſirt, die dem Anſehen nach ganz dem Graphit ähnlich ſind. *) Wir werden über dieſen Gegenſtand mehr Details geben, wenn wir das Eiſen abhandeln.

Anthrazit.

444. Dieß iſt ebenfalls ſehr wahrſcheinlich eine Varietät der reinen Kohle. Der Anthrazit nähert ſich durch ſeine

*) Wir können hierin der Anſicht des Hrn. Verfaſſers nicht beiſtimmen, vielmehr ſind wir mit Karſten der Meinung, daß der Eiſengehalt des natürlichen Graphits nicht weſentlich, ſondern nur zufällig iſt, und daß dieſer eigentlich nur als reiner Kohlenſtoff von einem eigenthümlichen Aggregatzuſtand zu betrachten iſt. (Siehe Karſten über die kohligen Subſtanzen des Mineralreichs, Archiv für Bergbau und Hüttenweſen, Bd. 12. S. 91.) A. u. E.

phyſiſchen Eigenſchaften ſehr viel der Steinkohle; aber er unterſcheidet ſich weſentlich davon durch die Abweſenheit des Waſſerſtoffs, welcher der Steinkohle die Eigenſchaft ertheilt mit Flamme zu brennen.

Der Anthrazit iſt ſchwärzer als der Graphit; er iſt zerreiblich, fühlt ſich rauh an und giebt auf dem Papier einen mattſchwarzen Strich. Seine Dichtigkeit iſt 1,8. Er iſt bald eine blätterige, kompacte oder auch körnige Maſſe und völlig undurchſichtig. Der Anthrazit ſcheint zwiſchen Graphit und Steinkohle in der Mitte zu ſtehen. Er findet ſich in hinreichender Menge, um ihn als Brennmaterial zu benützen. Wir werden ihn daher auch vorzüglich unter dieſem Geſichtspunkt in einem der folgenden Kapitel betrachten. Man bedient ſich in Spanien einer Varietät des Anthrazits, um den Kienruß in der Ölmalerei zu erſetzen.

Vegetabiliſche Kohle.

445. Bisher haben wir nur Kohlen betrachtet, welche ſich in der Natur ſchon gebildet vorfinden; wir gehen jetzt zu denjenigen über, welche aus organiſchen Stoffen dargeſtellt werden. Dieſe letztern beſtehen aus Kohlenſtoff, Sauerſtoff und Waſſerſtoff, wozu bisweilen auch Stickſtoff ſich geſellt. Erhitzt man dieſe Stoffe und ſchützt ſie dabei vor dem Zutritt der Luft, ſo verlieren ſie den Sauerſtoff, Waſſerſtoff und Stickſtoff, welche als Waſſer und Ammoniak oder auch in Verbindung mit einem Theil des Kohlenſtoffs entweichen. Gewöhnlich herrſcht aber der letztere ſo vor, daß immer eine beträchliche Menge deſſelben als Rückſtand bleibt. Dieß iſt der Prozeß der Verkohlung, den wir im nächſtfolgenden Kapitel genauer unterſuchen wollen.

Um ſich reine Kohle aus organiſchen Stoffen zu verſchaffen, bedarf es einiger Vorſichtsmaaßregeln. Das beſte Mittel iſt, eine vegetabiliſche Subſtanz, wie die des Zuckers zu zerſetzen, nachdem man ihn ſorgfältig durch mehrmalige Kryſtalliſation gereinigt hat. Außerdem bleiben immer erdige oder alkaliſche Salze in der Kohle, welche einen zufälligen Beſtandtheil der Subſtanz ausmachen und welche beim völli-

gen Verbrennen des Holzes oder der Koke *) als Aſche zurück bleiben. Wirklich haben aber die alkaliniſchen oder erdigen Salze, welche in der Kohle enthalten ſind, wenn ihre Menge nicht zu groß iſt, wenig Einfluß auf ihre phyſiſchen oder chemiſchen Eigenſchaften.

Übrigens, da die letzten Theile des Waſſerſtoffs nur bei ſehr erhöhter Temperatur ſich von der Kohle trennen, ſo wird die Kohle erſt dann rein, wenn ſie eine halbe Stunde lang dem Feuer einer guten Schmiede ausgeſetzt iſt.

Dieſe Art Kohle iſt auch nur zu chemiſchen Experimenten in Laboratorien nothwendig, während die gewöhnliche Kohle, welche Aſche und mehr oder weniger Waſſerſtoff enthält, bei einer Menge von ökonomiſchen Zwecken angewendet wird. Wir wollen nun die hauptſächlichſten Eigenſchaften der gemeinen Kohle durchgehen, indem wir ſie zugleich mit denen vergleichen, welche dieſelbe Kohle zeigt, die durch lange fortgeſetztes Glühen alles Waſſerſtoffs beraubt iſt. Man wird finden, daß aus dieſem ſcheinbar geringfügigen Umſtand eine große Verſchiedenheit der Eigenſchaften bedingt wird. Wir werden hier vorzugsweiſe die Holzkohle in dieſer Beziehung betrachten.

446. Die Eigenſchaften der vegetabiliſchen Kohle ſind in gewiſſer Hinſicht ſehr veränderlich. Sie iſt immer ſchwarz, ihr Bruch iſt faſt immer glänzend; gepulvert hat ſie ein mattes Anſehen. Sie iſt niemals durchſichtig. Wenn der Stoff, aus dem die Kohle kommt, nicht ſchmelzbar iſt, ſo behält die Kohle die Geſtalt der Stücke bei, welche dem Feuer ausgeſetzt wurden. Im entgegengeſetzten Fall iſt ſie aufgebläht, löcherig und auch hier behält ſie doch eigentlich die Form, welche die Subſtanz im Augenblick der Verkohlung beſaß. So iſt die Kohle aus Zucker, Gummi und Gallerte ꝛc. Dieſe Stoffe ſchmelzen anfangs, dann entſtehen

*) So nennt man denjenigen Theil der Steinkohle, welcher bei der trocknen Deſtillation derſelben als Rückſtand bleibt und ſeines Bitumens gänzlich beraubt iſt; der chemiſchen Zuſammenſetzung nach ſind die Koke dem Anthrazit gleich zu ſtellen, allein was den Aggregatzuſtand betrifft, ſo iſt zwiſchen beiden eine große Verſchiedenheit wahrnehmbar. A. u. E.

Blaſen in ihnen, die vom Waſſerdampf oder von Gasarten, welche entweichen, herrühren; in dieſem Zuſtand werden ſie feſt und verkohlen dann vollſtändig, indem ſie die andern Beſtandtheile, welche ſie enthalten, vollends verlieren.

Zuweilen iſt auch die Kohle ſtaub- oder pulverförmig. Dieß iſt immer der Fall, wenn man einen organiſchen Stoff, der mit einem feuerfeſten Körper verbunden iſt, verkohlt, da derſelbe die einzelnen Kohlentheilchen, ſo wie ſie frei werden, von einander entfernt hält. Daſſelbe geſchieht, wenn man einen flüchtigen Stoff durch die Hitze zerſetzt, indem man ihn zwingt eine glühende Röhre zu durchſtreichen. In dieſem letztern Fall ſetzt ſich die Kohle als zartes Pulver ab, welches ſich an die Röhre anlegt und von dieſer Glanz und Form annimmt und ſich in Häutchen ablöſt, welche auf der Seite, mit welcher ſie die Röhre berühren, glänzend, auf der andern aber matt ſind.

Werden jedoch die Röhren lange Zeit erhitzt, ſo verdichten ſich die Kohlentheilchen und nehmen einen ziemlich feſten Aggregatzuſtand an. So findet man manchmal in den Gasbeleuchtungsröhren abgeſetzte Kohle, welche oft beinahe ſo hart als Diamant iſt, am Stahle Funken giebt und das Glas ritzt, wobei ſie jedoch immer, wie die gewöhnliche Kohle, ſchwarz und undurchſichtig bleibt.

447. Die Kohle wechſelt ſehr in ihren Eigenſchaften je nach der Natur des Holzes und nach der Temperatur, der ſie ausgeſetzt war. Dichte Hölzer geben dichtere Kohlen, als Hölzer mit lockerer Textur. Eine hohe Temperatur vermehrt auch die Dichtigkeit der Kohle. Dieſe und andre ſehr merkwürdige Verſchiedenheiten wurden ſchon von vielen Beobachtern, neuerlich aber beſonders von Chevreuſſe bemerkt; (An. de Chim. T. XXIX. p. 427.)

Sobald das Holz in einer Retorte ſo lange erhitzt worden iſt, bis ſich keine Dämpfe mehr entwickeln, ſo iſt der Rückſtand eine wahre Kohle; erhöht man die Temperatur der Retorte bis zur Rothglühhitze, ſo verändern ſich die Eigenſchaften der Kohle völlig; je mehr man dann die Temperatur ſteigert, um ſo auffallender wird dieſe Veränderung.

Man hat folgende Verſchiedenheiten beobachtet:

	Nicht geglühte Kohle.	Geglühte Kohle.	Bis zum Weißglühen erhitzte Kohle.
Leitungsvermögen für die Elektrizität:	Nichtleiter.	Guter Leiter.	Sehr guter Leiter.
Leitungsvermögen für die Wärme:	Sehr ſchlechter Leiter.	Guter Leiter.	Sehr guter Leiter.
Brennbarkeit:	brennt leicht.	weniger leicht.	ſchwer.

Wir wollen nun in dieſer Beziehung in einige Details eingehen und die Anwendungen zeigen, die ſich davon machen laſſen.

448. Man weiß ſeit längerer Zeit, wie groß der Unterſchied in der Leitungsfähigkeit der Elektrizität zwiſchen den verſchiedenen Kohlen iſt; dieſe Eigenſchaften ſind ſeit den ſchönen galvaniſchen Verſuchen von Davy allgemein bekannt geworden; dieſe Verſuche gelingen nur, wenn man ſich ſolcher Kohlen bedient, die zuerſt rothglühend waren und dann erkalteten. Aus den Verſuchen geht hervor, daß man zur Verfertigung von Blitzableitern ausſchließlich nur dieſe Kohle anwenden darf. Diejenige Kohle, welche als Brennmaterial gewöhnlich verkauft wird hat unter 100 Stücken kaum eins oder zwei, welche die Electrizität leiten. Man muß ſie vorher ausglühen, wenn ſie nicht mehr ſchaden als nüzzen ſoll.

In Bezug auf das Wärmeleitungsvermögen der Kohle haben Berzelius's Verſuche, in ſeinem Werke über das Löthrohr *), gelehrt, daß es in Kohlen, die einer ſehr hohen Temperatur ausgeſetzt waren, beträchtliche Veränderung erleidet; dieß gilt von den Kohlen, welche in Hohöfen der Verbrennung entgangen ſind, und welche man unter den Schlakken findet. Diese Kohlen ſind ſo gute Wärmeleiter, daß Stücke von fünf bis ſechs Zoll Länge, welche man an einem Ende vor dem Löthrohr zum Glühen bringt, ſich ſo erhitzen,

*) Berzelius, die Anwendung des Löthrohrs in der Chemie und Mineralogie. 2te Aufl. 1828.

daß man das andere Ende nicht anfaſſen kann, ohne ſich zu verbrennen.

Dieſes letztere Vermögen ſteht augenſcheinlich mit der Verbrennlichkeit in einem umgekehrten Verhältniß. Wenn man eine die Wärme ſchlecht leitende Kohle an einem Punkt zum Glühen bringt, ſo wird dieſelbe fortfahren zu brennen. Erhitzt man eine gut leitende Kohle bis zum Glühen, ſo wird ſich die hohe Temperatur raſch durch die Maſſe verbreiten und der glühende Punkt wird erlöſchen, und ſich abkühlen. Bei einer und derſelben Beſchaffenheit des Holzes werden alſo die nicht geglühten Kohlen ſchneller brennen, während die geglühten langſamer brennen, und das Feuer länger unterhalten.

Die deſtillirten Kohlen gehören gewöhnlich zu der erſten Art; die Meiler-Kohlen nähern ſich der zweiten Art, obwohl ſie ſehr weit vom höchſten Grad derſelben entfernt ſind.

449. Man würde aber nur eine unvollſtändige Idee von dieſer Art von Eigenſchaften erhalten, wenn man nicht auch auf die Holzart, welche die Kohle liefert, Rückſicht nehmen wollte. Die dichten Hölzer geben eine weniger brennbare Kohle als die lockern. Die leeren Räume, welche die Kohle enthält, ſind mit Luft angefüllt, und dieſer Umſtand vermindert ihre Wärmeleitung, daher die Maſſe ein um ſo geringeres Leitungsvermögen beſitzt, je lockerer die Textur derſelben iſt.

Es geht daraus hervor, daß die ſehr leichten und wenig verkohlten Brennſtoffe eine ſehr verbrennliche Kohle geben, ſo z. B. die Kohlen von Hanfſtengeln, im geringeren Grad die Bäckerkohle (braise de Boulanger) und die Kohle von weichem Holz. Die Kohle von alter Leinwand beſitzt eine ſolche Brennbarkeit, daß man ſich in vielen Ländern derſelben als Zunder bedient. Man füllt eine blecherne Büchſe damit an, und ſchlägt darüber Feuer; dieſe Funken ſind dann im Stande die Kohle zu entzünden, an welcher man nun die Schwefelhölzchen anzündet, indem man darauf bläſt.

Die Kohlen von hartem Holz dagegen ſind wenig brennbar, und um ſo weniger, je höher die Temperatur war, der

ſie bei der Verkohlung ausgeſetzt waren. Die Eichen- und Buchenkohlen brennen ſchon nicht ſo gut als die Kohlen von weichem Holz; noch weniger leicht brennt die Kohle von Buchs- und Ebenholz. In dieſer Beziehung zeichnen ſich die Kohlen, welche von ſchmelzbaren organiſchen Stoffen kommen, beſonders aus. Waren dieſe einer ſehr hohen Temperatur ausgeſetzt, ſo brennen ſie nur auſſerordentlich ſchwierig und verlöſchen ſogleich, wenn man aufhört, ſie an der atmoſphäriſchen Luft zu erhitzen.

Im Sauerſtoffgas fahren alle dieſe Kohlen, nachdem ſie einmal angezündet ſind, fort zu brennen; die Verbrennung geht jedoch weit lebhafter und raſcher von ſtatten, wenn die Kohlen locker ſind und urſprünglich einer geringern Temperatur ausgeſetzt waren.

450. An der Luft verändert ſich die Kohle raſch; ſie abſorbirt die atmoſphäriſche Feuchtigkeit ſo raſch, daß die gewöhnliche Kohle ſchon nach einigen Tagen alles Waſſer enthält, was ſie der atmoſphäriſchen Luft entziehen konnte. Die Abſorption geſchieht um ſo ſtärker und um ſo ſchneller, je mehr die Kohle von feinen Poren erfüllt iſt; ſie iſt jedoch niemals ſehr bedeutend, und die Temperatur, unter welcher die Verkohlung geſchah, ſcheint in dieſer Hinſicht von geringem Einfluß zu ſeyn. Dieß beweiſen die Verſuche von Chevreuſſe.

Nach ihm erfahren 100 Theile Kohle in einer ſehr feuchten Luft folgende Gewichtszunahmen:

	Ungeglühte Pappelkohle	Geglühte Pappelkohle	Ungeglühte Pockholzkohle	Geglühte Pockholzkohle
1ter Tag	0,176	0,153	0,058	0,021
3ter Tag	0,235	0,230	0,082	0,040
30ter Tag	0,235	0,235	0,119	0,094

Es geht daraus hervor, daß man in 1000 Pfund gewöhnlicher Kohle, welche nur dem Einfluß der Luft ausgeſetzt wird, nicht mehr als zwei oder drei Pfund Waſſer findet; die Reſultate aber ſind ſehr verſchieden wenn man die Kohlen benetzt, denn dann können ſie eine ſehr beträchtliche Menge Waſſer abſorbiren.

Nach Chevreuſſe nehmen 100 Theile der auf dieſe Weiſe durch Eintauchen in Waſſer geſättigten Kohlen davon auf:

Ungeglühte Pappelkohle . . .	753
Geglühte Pappelkohle	482
Ungeglühte Pockholzkohle . . .	77
Geglühte Pockholzkohle . . .	46

Für die Pappelkohle iſt die Quantität ſehr groß; und der Käufer muß deshalb, obgleich die Kohlen nach dem Maaße verkauft werden, und die ſchwerſten am meiſten geſchätzt ſind, vorzugsweiſe nur trockne Kohlen beim Einkauf auswählen. Die Gegenwart des Waſſers verurſacht einen doppelten Verluſt, weil man ſchwerere Kohlen theurer bezahlt und weil ein Theil der Wärme beim Gebrauch dann unnützer Weiſe zum Verdampfen des vorhandenen Waſſers verwendet wird. Nur ſelten iſt es der Fall, daß die im Handel vorkommenden Kohlen weniger als acht bis zehn Prozent Waſſer enthalten.

431. Außer dieſen Veränderungen, welche die Holzkohle bald erleidet, giebt es eine andere, welche erſt ſpäter ſich zeigt, und die zuweilen großen Vorräthen dieſes Brennmaterials nachtheilig wird. Wird nämlich die Kohle lange Zeit aufbewahrt, ſo wird ſie ſehr zerreiblich und will man ſie dann verführen, ſo bildet ſich viel Staub. Die Kohlen von lockerer Beſchaffenheit ſind in dieſer Hinſicht veränderlicher als die kompakten. Man ſchreibt dieſe Erſcheinung gewöhnlich der Kryſtalliſation der Salze zu, welche eine ähnliche Erſcheinung darbieten, wie die an den Bauſteinen durch Froſt oder Auflöſungen von ſchwefelſaurem Natrum erzeugten; wenigſtens iſt es gewiß, daß Kohlen, welche von ſalzigen Auflöſungen durchdrungen ſind, ſich ſchneller verändern, als gewöhnliche Kohlen. Wahrſcheinlich könnte man dieß durch Anlegung trockner Magazine verhüten, allein man bewahrt dieſes Brennmaterial überhaupt ſelten lange auf.

Kienruß ꝛc.

432. Die vegetabiliſche Kohle wird als Farbe gebraucht und liefert verſchiedene Varietäten von Schwarz, Kienruß,

Pfirſichſchwärze, Frankfurter⸗ oder Drucker⸗ſchwärze, ſpaniſches Schwarz u. ſ. w. Dieſe Varie⸗täten rühren von den verſchiedenen Verkohlungsmethoden, oder von der Beſchaffenheit der verkohlten Subſtanz her.

Das ſpaniſche Schwarz, das aus dem Spindelbaum und den Pfirſichkernen bereitete Schwarz gehört zu dem letz⸗teren Fall. Das Spindelbaumſchwarz macht man aus den jungen Zweigen dieſes Baums. Man bringt die Holzſtäb⸗chen in einen Schmelztiegel oder einen Zylinder von Guß⸗eiſen, verkittet das Gefäß, indem man einige kleine Öffnun⸗gen zum Entweichen der Gasarten läßt, und erhitzt dann zum Glühen. Nach dem Erkalten nimmt man die Kohlen⸗ſtäbchen heraus und bringt ſie in dieſem Zuſtand in den Handel; ſie dienen zum Zeichnen nachdem man ſie vorher wie Bleiſtifte zugeſchnitten hat. Da dieſe Kohle ſehr weich iſt, ſo taucht man ſie, um ihr mehr Körper zu geben oder um ſie feſter zu machen, einigemal in geſchmolzenen Talg oder geſchmolzenes Wachs.

Das Rebenſchwarz wird aus Weinreben und Weinran⸗ken gemacht, das Pfirſichſchwarz aus den Kernen der Frucht, das ſpaniſche Schwarz aus Korkſpänen. Das erſte und letzte ſind ſehr weich und fein, und haben einen braunen Schiller. Das zweite iſt härter, wird jedoch, wenn es gerieben wird, ſehr fein und ſchillert bläulich; alle dieſe verſchiedenen Ar⸗ten werden wie das Spindelbaumſchwarz bereitet.

Das Frankfurter Schwarz unterſcheidet ſich weſentlich davon; man erhält es, indem man Weintreſter, getrocknete Weinhefe und Pfirſichkerne, ferner Knochen oder Elfenbein⸗ſpäne in verſchiedenem Verhältniß, je nachdem man ein ins Bläuliche oder Gelbliche fallendes Schwarz zu erhalten wünſcht, zuſammenmengt und das Gemenge verkohlt. Dieß Schwarz wird zum Kupferdrucken angewendet. Vor dem Gebrauch muß man es jedoch waſchen, da es auflösliche Salze enthält, die von der Weinhefe herrühren.

453. Der Kienruß wird am meiſten verbraucht; ſeine Bildung beruht auf einem leicht begreiflichen Umſtande. Hat man eine gasförmige Verbindung von Waſſerſtoff und Koh⸗lenſtoff, und bringt man dieſe bei erhöhter Temperatur mit

einer Sauerſtoffmenge in Berührung, welche bloß hinreicht den Waſſerſtoff in Waſſer zu verwandeln, ſo bildet ſich dieſes und der Kohlenſtoff wird dabei abgeſetzt werden. Ähnlich verhält es ſich bei der Bereitung des Kienrußes, nur bedient man ſich ſtatt jener Gaſe des Harzes oder der Steinkohle; man erhitzt dabei hinreichend, um Gaſe oder ölige Dämpfe zu erhalten, und bewirkt dann eine unvollkommene Verbrennung derſelben. Die Kohle ſetzt ſich dabei in leichten Flocken ab.

Der zu dieſem Prozeß gebräuchliche Apparat iſt ſehr einfach, wenn man ſich des Harzes oder Theers bedient. Er beſteht aus einer zylindriſchen Kammer, in welcher ſich ein blechener Kegel bewegen kann, der an ſeiner Spitze eine Öffnung hat und zugleich als Kamin während der Verbrennung und als Schabeiſen nach beendigter Operation dient. Da die Baſis des Kegels faſt den Durchmeſſer der Kammer hat, wenn man ihn herabläßt, ſo kratzen ſeine Ränder allen Kienruß ab, der ſich an die Mauern abgeſetzt hat, worauf man denſelben auf dem Boden ſammelt. Die Wände der Kammern ſind mit Schaffellen oder grober Leinwand ausgekleidet, um den Abſatz der Flocken zu erleichtern. Die Verbrennung geſchieht außerhalb in einem Ofen, auf deſſen Feuerheerd ein gußeiſerner Keſſel geſetzt wird, welcher das Harz oder den Theer enthält, die den Kienruß liefern ſollen. Man erhitzt den Keſſel, entzündet die Dämpfe und überläßt dann die Operation ſich ſelbſt. Aus der Erfahrung lernt man bald die Dimenſionen kennen, die man den Ein- und Ausgängen der Luft geben muß (Taf. 15. fig. 4).

454. In der Umgegend von Saarbrück fabrizirt man den Kienruß mittelſt der unvollkommenen Verbrennung der Steinkohle. Dieſer Ruß wird für die Marine verwendet und überhaupt bei allen Theerungen, welche keine feine Farbe erfordern. Das dort übliche Verfahren iſt einfach und der Betrieb zweckmäßig. Wir entlehnen die Beſchreibung aus der Abhandlung des jüngern Duhamels (Ann. des Mines T. X. No. 55).

Der Apparat beſteht aus einem langen, geneigten Kanal, der als Feuerheerd dient, aus einer geräumigen, gewölbten Kammer, wo ſich der Kienruß abſetzt, aus einer klei-

nern Kammer, in welcher ſich der unverdichtet gebliebene Ruß vollends ablagert und deren Öffnungen den Zug regeln, und endlich aus einer letzten Kammer, welche über der vorigen angebracht iſt und als Schornſtein dient. Da in dieſem Apparat einige Theile ſind, welche eine ſorgfältige Konſtruktion verlangen, ſo wollen wir ihn genau beſchreiben.

Taf. 15. fig. 5. A iſt der Feuerheerd, deſſen Boden eben ſo wie die Seitenwände und die Decke aus Backſteinen beſteht. O ſtellt den Überzug aus Thon und gehacktem Stroh dar, welcher dazu dienen ſoll, um Riſſe in der Decke zu verhüten. B ſind kleine Mauern, welche die Gruben C umgeben und dazu beſtimmt ſind, die Steinkohlenkuchen oder Koke, die man alle fünf Stunden heraus hohlt, aufzunehmen. D Starker Eiſenſtab, welcher die Öffnung des Feuerplatzes in zwei faſt gleiche Theile theilt; der obere Theil der Öffnung iſt während der Operation mit Backſteinen und Lehm zugemauert. S Kammer, welche beſtimmt iſt, den größern Theil des Kienrußes aufzunehmen; ihr Boden wird mit flach aufgelegten Backſteinen bedeckt und durch darunter angelegte Kanäle und eine Schicht Sand oder Grus, die man unter die Ziegel bringt, vor aller Feuchtigkeit geſchützt. E Ein in der Mitte der Decke angebrachtes Loch; es wird während der Operation durch einen flachen Stein verſchloſſen und öffnet ſich nur, wenn dieſelbe beendigt iſt, um die Kammer S und das Kabinet F mit friſcher Luft zu verſehen. G und H zwei Löcher, durch welche der Rauch in den Raum F ſtrömt. Es ſind auf jeder Seite zwei dergleichen Löcher: das erſte iſt höher, damit ein Menſch durchkriechen kann. I Loch, welches zur Verbindung der kleinen Kammer F und des darüber ſich befindlichen Kamins K dient; es ſind zwei ſolche Löcher vorhanden. L Sack aus grober Leinwand, welcher ein jedes dieſer Löcher bedeckt; er wird durch einen angebrachten Strick aufrecht und durch Backſteine um ſeine nach außen gekehrte, umgefaltete Öffnung offen und geſpannt erhalten.

Fig. 6. Aufriß der Vorderſeite eines Ofens. Man bemerkt darin ein Fenſter M, durch welches man in dieſe Gallerie gelangen kann, um die Säcke anzumachen oder um ſie zu löſchen, wenn ſie Feuer fangen; das Fenſter bleibt

immer offen, damit die Dämpfe hinausgehen können, welche bereits allen Kienruß, den ſie anfänglich enthielten, abgeſetzt haben müſſen.

Fig. 7. Durchſchnitt eines Ofens queer durch die Kammer S. Auf dieſer Figur, ſo wie auf der vorhergehenden, bezeichnen dieſelben Buchſtaben dieſelben Gegenſtände, wie in fig. 5.

455. Man wendet Steinkohlen von nicht ſehr fetter Beſchaffenheit (peu collante) an, die vielleicht ſelbſt ſchon als trockene Kohlen betrachtet werden können. Man erhält ſie in großen würfeligen Stücken; bevor man ſie aber anwendet, muß man ſie gewöhnlich mittelſt eiſerner Schlägel in höchſtens zwei Fauſt große Stücke zerſchlagen. Man bringt in jeden Ofen davon ohngefähr 7 Kilogramme; dieß iſt jedoch keine feſte Regel und man wendet verhältnißmäßig weniger an, ſobald die Kohle beſſer, d. h. fetter iſt: man legt dieſe Kohlen an der Ofenöffnung zu einem kleinen Haufen zuſammen, wie in fig. 5 bei D zu ſehen iſt. Hierauf zündet man mittelſt etwas trockenen Holzes an; iſt das Feuer im vollen Brennen, ſo breitet man die brennende Kohle mit einer eiſernen an einem hölzernen Stiel befeſtigten Ofenkrücke aus, bis an das Ende des Ofens, wo ſich derſelbe in die Kammer mündet, was ungefähr eine Länge von 16 Decimeter beträgt, man ſcharrt ſie ſogleich wieder mit der nämlichen Ofenkrücke zuſammen und macht einen Haufen wie anfangs. Dieſe Manipulation wiederholt man nun ungefähr fünf Stunden lang alle Viertelſtunden; dann iſt die Steinkohle, welche man angewendet hat, alles ihres Bitumens beraubt; ſie iſt nun Koke geworden, welche man heraus nimmt und mit Ausnahme einer kleinen zum Anzünden der neuen Kohle nothwendigen Menge, in die Grube fallen läßt, welche vor und unter dem Ofenloch angebracht iſt, wo man ſie mit Waſſer löſcht.

Man thut dann eine neue Quantität Kohle, wie die vorige, in den Ofen und ſetzt dieſe Operation auf dieſelbe Weiſe zwanzig Tage lang fort.

In dem Maaße, als die Verbrennung der Steinkohle vor ſich geht, tritt der Rauch in die Verlängerung des Ofens,

begiebt ſich in das große Gewölbe S, wo er den größten Theil des Kienrußes, welchen er enthalten, abſetzt; er geht dann durch die Bogen G G und die Löcher H H in den Raum F, wo er aufs Neue Kienruß abſetzt und ſich dann in den Kamin K durch das Loch I erhebt, um ſich in der Luft zu verlieren. Da ſich der Rauch jedoch nicht alles Kienrußes entledigt, ſo bedeckt man, wie oben bereits erwähnt wurde, das Loch mit einem Sack aus ſehr dünner Leinwand, welcher dem Rauch als Sieb dient.

Man ſieht leicht ein, daß, wenn dieſer Sack inwendig mit einer Lage von Kienruß bedeckt iſt, der Luftzug im Ofen, und alſo auch die Lebhaftigkeit der Verbrennung der Kohle geringer wird; um ſie wieder zu beleben, faßt der Einheitzer das Ende des Stricks und zieht zuweilen wie an einem Glokkenzug; der Sack wird dadurch geſchüttelt und der Kienruß fällt auf den Boden der Kammer.

Das oben beſchriebene Verfahren ſcheint ſehr einfach; indeß erfordert es doch eine fortdauernde Aufmerkſamkeit der Arbeiter. Das Feuer darf weder zu ſtark noch zu ſchwach ſeyn; im erſten Fall werden die Dämpfe zu heiß und entzünden die Säcke, wenn ſie durchſtreichen, ſo daß dieſe bisweilen gänzlich verbrennen; im zweiten Fall iſt der Kinnruß, den man erhält, ſchwer und folglich von mittelmäßiger, ja ſelbſt von ſchlechter Qualität.

Man hat beobachtet, daß bei heftigem Wind beträchtlich weniger, aber auch von beſſerer Qualität erzeugt wird. Das Gegentheil findet beim Regen ſtatt; es giebt mehr Kienruß, aber weit ſchlechtern. Friſch gemauerte Öfen bringen denſelben Nachtheil, wie der Regen; es ſcheint daher, daß der Kienruß leicht viele Feuchtigkeit an ſich zieht und ſie ſehr hartnäckig feſt hält, was ſeine Anhäufung erleichtert.

In einer zu heißen Jahreszeit geht die Fabrikation zu langſam; trockenes und kaltes Wetter, vorzüglich Froſttage ſind am beſten.

Die Dauer jedes Feuers iſt zwanzig bis ein und zwanzig Tage; man läßt es nur ausgehen, um den Kienruß zu ſammeln und um kleine nothwendige Reperaturen vorzunehmen, wozu man höchſtens zwei oder drei Tage braucht.

456. Wann die Öfen zwanzig Tage lang im Feuer waren, ſo muß man den Kienruß, der ſich in den gewölbten Kammern angeſammelt hat, wegnehmen; hiezu verſchließt ein Arbeiter die Öffnung des Heerds mittelſt Thon und Backſteinen. Ein zweiter öffnet die Löcher, welche ſich im obern Theil des Gewölbes, in der Mitte ſeiner Länge befinden; ein dritter öffnet die Thüren N, welche bisher verſchloſſen waren und tritt in die Kammer S und den Raum F, wo er mit einem Beſen von Birkenreis den Kienruß, welcher ſich 65 bis 97 Centimeter dick abgeſetzt hat, zuſammenkehrt. Dieſe Arbeit, welche unmittelbar, nachdem das Feuer ausgegangen iſt, vorgenommen wird, iſt durchaus nothwendig, um zu verhüten, daß der Kienruß ſich beim Zutritt der Luft, wie ein Pyrophor, freiwillig entzündet.

Sind die Kammern kalt genug geworden, um zu erlauben, daß man längere Zeit darin bleibt, ſo füllt man den Kienruß, in Leinwandſäcke, nimmt dieſe heraus und leert ſie in ein Magazin, deſſen Boden gepflaſtert wird, weil ein bretterner Fußboden feuergefährlich iſt.

Der Kienruß wird hierauf geſiebt; ſodann füllt man ihn in Säcke von ungefähr 130 Centimeter Höhe und 28 Centimer Durchmeſſer. Um dieß auszuführen, ſchüttet man die Säcke anfangs nur 32 Centimeter hoch voll; eine Frau ſteigt dann mit bloßen Füßen in den Sack und ſtampft die Maſſe, indem ſie ſich nach und nach herumdreht und die beiden Enden des Sacks ſtark mit den zwei Händen an ſich zieht; iſt der Kienruß gehörig eingetreten, ſo geht ſie heraus, ſchüttet eine neue Quantität Kienruß, wie die erſte, hinein und macht es wieder ſo, bis der Sack voll iſt; dann näht ſie die Öffnung des Sacks ſo dicht als möglich zu. Um zu verhindern, daß der Kienruß durch die Zwiſchenräume des Sacks dringt, ſo rührt man recht feinen Lehm mit Waſſer an und beſtreicht ihn damit mittelſt einer langharigen Bürſte oder eines dicken Pinſels. Sonſt bediente man ſich hiezu des Theers; man ſtand jedoch davon ab, weil dieſer Stoff zu theuer war und die Säcke leicht riſſen oder brachen; man bedient ſich mit Vortheil dazu eines dünnen Mehlkleiſters. Die angeſtrichenen Säcke läßt man in einem luftigen Schoppen trocknen

und ſchafft ſie in das Magazin, wo man ſie bis zum Verkauf aufbewahrt.

Ein ſolcher Sack mit Kienruß wiegt 44 bis 56 Kilogramme; es giebt jedoch auch welche, deren Gewicht bis auf 70 ſteigt, dieß iſt jedoch nur ſelten und bei ſchlechten Fabrikaten der Fall.

Tauſend Kilogramme Steinkohle geben im Durchſchnitt 33 Kilogramme Kienruß und 4 bis 500 Kilogramme Koke.

457. Der gewöhnliche Kienruß iſt bei weitem noch keine reine Kohle. Braconnot machte eine Analyſe deſſelben und fand dabei folgende Stoffe, nämlich:

Kohlenſtoff	79,1
Harzige Stoffe	5,3
Bituminöſe Stoffe	1,7
Ulmin	0,5
Schwefelſaures Ammoniak	3,3
— Kali	0,4
— Kalk	0,8
Sehr eiſenhaltigen phosphorſauren Kalk .	0,3
Chlorkalium	Spur
Quarzſand	0,6
Waſſer	8,0
	100

Braconnot ſagt nicht, woraus der Kienruß, den er analyſirte, bereitet war; die Gegenwart des Ammoniaks und der Schwefelſäure jedoch zeigen an, daß er von Steinkohle und nicht von Harz herrührt. Wie dem auch ſeyn mag, ſo findet man doch, daß der Kienruß nur dann rein wird, wenn man ihn mit Alcohol auswäſcht, mit einer Kaliauflöſung digerirt, um ihm das Ulmin, das Harz und Bitumen zu nehmen und ihn dann mit Chlorwaſſerſtoffſäure behandelt, um die erdigen Salze zu entfernen. Hierauf wäſcht man ihn mit Waſſer aus und trocknet ihn.

Die Gegenwart des Waſſers, ſo wie die harzigen und bituminöſen Stoffe, ſcheinen ihm in mancher Beziehung zu ſchaden. Es iſt wenigſtens gewiß, daß viele Lithographen finden, daß der Kienruß, der die Baſis ihrer Druckerſchwärze

ausmacht, durch Glühen in verſchloſſenen Gefäßen beſſer wird.

Man darf den Kienruß nicht mit dem gemeinen Ruß verwechſeln. Letzterer iſt zwar ebenfalls das Produkt einer unvollkommenen Verbrennung, aber in ſeiner Zuſammenſezzung unterſcheidet er ſich weſentlich von jenem.

Die Bereitung der vegetabiliſchen Kohle, deren man ſich zum Verbrennen bedient, iſt zu weitläuftig und mit zu vielen andern wichtigen Künſten im Zuſammenhang, um hier abgehandelt zu werden. Man wird ſie im folgenden Kapitel jedoch großentheils finden.

Thieriſche Kohle.

458. Die thieriſche Kohle unterſcheidet ſich dem Anſehen nach kaum von der vegetabiliſchen durch ihre phyſikaliſchen oder chemiſchen Eigenſchaften; in gewiſſen Punkten aber ſind beide untereinander verſchieden. So wie die erſtere faſt immer Waſſerſtoff enthält, ſo hält die zweite hartnäckig eine gewiſſe Quantität Stickſtoff zurück, welcher ſehr ſchwierig und nur mittelſt eines Schmiedefeuers daraus entfernt werden kann.

Die thieriſche Kohle beſitzt die ſonderbare Eigenſchaft, vielen vegetabiliſchen oder thieriſchen aufgelöſten Stoffen die Farbe zu entziehen und das Waſſer dieſer Auflöſungen vollkommen durchſichtig und farblos zu machen.

Die vegetabiliſche Kohle hat dieſe Eigenſchaft mit der thieriſchen gemein, beſitzt jedoch dieſelbe nicht in ſo hohem Grade. Die erſten Beobachtungen hierüber machte man gegen Ende des vorigen Jahrhunderts. Man verdankt ſie Lowitz, welcher die entfärbende Eigenſchaft der vegetabiliſchen Kohle ſorgfältig beobachtete und einigen Gebrauch davon zu machen ſuchte. Vom Jahr 1800 bis 1811 benützte man ſie häufig zur Entfärbung des rohen Syrups; Figuier, Apotheker in Montpellier, zeugte jedoch 1811, daß die thieriſche Kohle faſt alle Flüſſigkeiten beſſer, ſchneller und ſicherer entfärbe. Man benützte dieſe Entdeckung ſogleich bei der Zukkerraffinirung, wo ſie nun eine weſentliche Operation ausmacht.

Die entfärbende Kraft der thieriſchen Kohle kann man durch folgendes Experiment zeigen. Man thue ein halbes Liter rothen Wein mit 30 bis 40 Gramme thieriſcher Kohle in eine Flaſche, ſchüttle das Gemenge einige Minuten, filtrire es und die Flüſſigkeit wird dann ſo farblos wie Waſſer ſeyn. Die vegetabiliſche Kohle wirkt gewöhnlich nicht auf gefärbte Pflanzenauflöſungen; wird ſie aber auf eine paſſende Weiſe präparirt, ſo kann ſie nichts deſtoweniger entfärbend wirken.

459. Es iſt nothwendig, hier einige allgemeine Bemerkungen beizufügen. Will man von der thieriſchen Kohle Gebrauch machen, um eine Flüſſigkeit zu entfärben, ſo gelingt dieß leichter bei einer ſchwach ſauern oder neutralen Flüſſigkeit, als bei einer alkaliſchen. In gewiſſen Fällen werden letztere ſelbſt erſt noch mehr gefärbt, anſtatt daß ſie ihre urſprüngliche Farbe verlieren.

Dieſe Wirkung rührt von der Gegenwart eines braunen in Alkalien löslichen Stoffes her, welcher ſich immer in Kohlen aus organiſchen Körpern findet, wenn ſie nicht hinreichend erhitzt waren. Dieſer Stoff hat viel Ähnlichkeit mit dem Ulmin, ja er unterſcheidet ſich vielleicht gar nicht davon. Es giebt jedoch auch bei dem eben Geſagten Ausnahmen und man behauptet ſogar, daß Zuckerſyrupe ſich beſſer entfärben, wenn ſie alkaliſch, als wenn ſie ſauer ſind.

Die Wirkung der thieriſchen Kohle auf gefärbte Flüſſigkeiten geſchieht in der Wärme gemeiniglich raſcher als in der Kälte. Daher erhitzt man auch gewöhnlich die zu entfärbende Flüſſigkeit bis zum Sieden, thut die Kohle hinzu, ſchüttelt einige Augenblicke und filtrirt dann. Oft geſchieht es, daß bei langem Sieden ein Theil des anfangs niedergeſchlagenen färbenden Stoffs ſich von Neuem wieder auflöſt, ſo daß, wenn man ſelbſt eine große Quantität Kohle anwendet, die Entfärbung unvollkommner iſt, ſobald man die hierzu gerade nöthige Zeit überſchreitet.

460. Es iſt ſchwer, die entfärbende Kraft der Kohle auf genügende Weiſe zu erklären. Da dieſe Wirkung bei einer großen Menge und dem Anſcheine nach ſehr verſchiedenen organiſchen Subſtanzen Statt findet, ſo könnte man

glauben, daß ſie von einer rein mechaniſchen Urſache herrühre. Jedoch zeigt folgender Verſuch von Buſſy, daß dieſe Wirkung durch die gewöhnlichen chemiſchen Kräfte bedeutend modifizirt wird, wenn ſie nicht etwa ganz von dieſen abhängt.

Man nehme eine Auflöſung von Indigo in concentrirter Schwefelſäure, verdünne ſie mit Waſſer und ſchüttle ſie mit einer angemeſſenen Menge thieriſcher Kohle, ſo wird dieſelbe bald völlig entfärbt ſeyn. Man kann hierauf die Kohle mit Waſſer waſchen, ohne ihr nur die kleinſte Portion von ſchwefelſaurem Indigo zu entziehen; das Waſchwaſſer wird nur freie Schwefelſäure enthalten. Setzt man dagegen dieſe Kohle mit einer Kaliauflöſung in Berührung, oder mit einer Auflöſung von Natron oder Ammoniak, ſo wird der ſchwefelſaure Indigo auf einmal ſeine Kohle verlieren und die filtrirte Flüſſigkeit wird die blaue Färbung wieder annehmen, die ſie anfangs hatte. In dieſem Fall und faſt in allen denjenigen, wo die thieriſche Kohle eine Wirkung ausübt, ſcheint ſie die Rolle einer ſchwachen Baſe zu ſpielen und ſich mit dem färbenden Stoff zu verbinden, indem ſich das Gewicht vermehrt. Wir werden überhaupt ſpäter ſehen, daß die meiſten färbenden Stoffe auch die Eigenſchaften der ſchwachen Säuren beſitzen.

461. Welche Meinung man auch von der Rolle haben mag, welche die Kohle hierbei ſpielt, ſo können doch einige Beobachtungen Buſſys, welche wir anführen wollen, zur Aufklärung dieſes Gegenſtandes beitragen. Die thieriſche Kohle wird faſt immer aus Ochſen- Schaf- oder Pferdknochen bereitet. Sie enthält daher die Kalkſalze dieſer Knochen und beſteht faſt aus 10 Prozent ſtickſtoffhaltiger Kohle, 2 Prozent Kohleneiſen oder Kieſeleiſen und 88 Prozent phosphorſaurem oder kohlenſaurem Kalk, mit etwas Schwefelkalcium oder Schwefeleiſen gemengt. Wenn man die entfärbende Kraft von 100 Theilen thieriſcher Kohle durch 100 ausdrückt und dann die 10 Theile reiner Kohle, die ſie enthält, nimmt, ſo wird man finden, daß ihre entfärbende Kraft nur gleich 50 iſt, wenn man ſie vergleichungsweiſe prüft. Auf der andern Seite wird man durch ähnliche Verſuche finden,

daß der phosphorſaure Kalk der Knochen, ſo wie der kohlenſaure Kalk die Eigenſchaft, die Flüſſigkeiten zu entfärben, nicht beſitzen, woraus man ſieht, daß 100 Theile reiner Kohle, welche in Rückſicht der chemiſchen Zuſammenſetzung 1000 Theilen gewöhnlicher thieriſcher Kohle entſprechen, in Bezug auf die entfärbende Wirkung nur 300 darſtellen; noch kann man bis jetzt dieſe Thatſache nicht erklären.

462. Die im Handel vorkommende thieriſche Kohle verändert leicht ihre Qualität, wenn ſie ſchlecht gebrannt worden iſt. Zu viel oder zu wenig gebrannt, iſt ſie weniger wirkſam; im erſten Fall deswegen, weil ſie dann nicht ſo porös iſt; im zweiten Fall, weil der thieriſche Stoff, der nicht zerſtört iſt, die Kohle firnißartig überzieht, was ihre Wirkung ſchwächt. Die Beſte von allen iſt diejenige, welche gerade ſo lange gebrannt wurde, bis aller thieriſche Stoff zerzerſtört iſt, aber nicht länger.

Der Zuſtand der Zertheilung der Kohle iſt ebenfalls ein ſehr weſentlicher Punkt, der zu berückſichtigen iſt. So beſitzt die Kohle, welche man durch Brennen eines Gemenges von Kali und von thieriſchen Stoffen bei der Fabrikation des Berlinerblau's erhält und welche nach dem Auslaugen der Rückſtände übrig bleibt, die entfärbende Eigenſchaft in einem Grade, welchen die Knochenkohle nie erreicht. In der That obſchon dieſe Kohle rein iſt, ſo iſt doch ihre entfärbende Kraft zehnmal ſtärker als die vom rohen Beinſchwarz und folglich dreimal ſtärker als die vom gereinigten Beinſchwarz. Dieſer Unterſchied kann von der Zertheilung herrühren, welche in der bei der Berlinerblaufabrikation gewonnenen Kohle in Folge einer chemiſchen Trennung hervorgeht und bei der zweiten Kohle durch mechaniſche Mittel entſteht; die erſtere wird, ſo zu ſagen, in ihre kleinſten Theilchen zertheilt, während dieß bei der zweiten bei weitem noch nicht der Fall iſt. Außerdem aber ſcheint der Unterſchied auch zum Theil davon herzurühren, daß die mit Kali gebrannte Kohle durch dieſe Baſe ihres Stickſtoffs beraubt worden iſt und deshalb beſſer verkohlt wurde.

Der Zuſtand der Zertheilung ſcheint jedesmal die weſentliche Bedingung zu ſeyn, aus welcher die Eigenſchaften

der thieriſchen Kohle hervorgehen. Wirklich entfärben auch die aus reinen organiſchen Stoffen bereiteten Kohlen wenig. Dagegen beſitzen die mit erdigen Stoffen reichlich gemengten Kohlen bedeutende entfärbende Kraft, und diejenigen, welche bei ihrer Bildung von ſchmelzbaren ſalzigen Stoffen durchdrungen waren, entfärben noch beſſer. Bei den erſtern konnten ſich die Kohlentheilchen dichter zuſammen häufen, deshalb ſind dieſe Kohlen glänzend und zeigen deutliche zuſammenhängende Blätter. Bei den zweiten konnten ſich die kleinſten Theilchen der Kohle nur unvollkommen einander nähern, wegen der erdigen Subſtanzen, die ſie von einander entfernt halten. In der dritten findet daſſelbe Statt, aber in höherem Grad, wegen der beſtändigen Bewegung der teigigen Maſſe während der Verkohlung. Die beiden letztern Kohlenarten ſind immer matt oder glanzlos, d. h. ſehr fein zertheilt.

Buſſy und Payen zeigten, daß man den einen die entfärbende Eigenſchaft nehmen und ſie den andern geben kann, indem man ſie durch geeignete Abänderungen in der Verkohlung glänzend oder matt macht. Man wußte ſchon, daß die Blutkohle wenig entfärbt, während diejenige, welche aus einem Gemenge von Kali und Blut herrührt, am allerbeſten die entfärbende Eigenſchaft beſitzt. Die erſtere iſt glänzend, die zweite iſt matt; die Beinkohle iſt matt und entfärbt ziemlich gut, aber ſie thut dieß kaum, wenn ſie in einer Maſſe von Gallerte verkohlt worden iſt. Dieſe Kohle wird ſodann durch den Überzug, den die Gallerte darauf gebildet hat, glänzend. Wir dürfen jedoch nicht überſehen, daß die Wirkung des Kali's hiebei nicht blos eine rein mechaniſche iſt. Indem es ſich des Stickſtoffs bemächtigt, um Cyankalium zu bilden, kann es die entfärbende Kraft der Knochenkohle zum Beiſpiel verzehnfachen, wie dieß Buſſy bewies.

463. Man wird übrigens eine richtige Vorſtellung von allen dieſen Wirkungsverhältniſſen bekommen, wenn man folgende, aus der trefflichen Abhandlung von Buſſy (Journ. de Pharm. T. VIII. p. 257) entlehnte Tabelle überſchaut.

Angewendete Kohle, immer vom Gewicht eines Gramms.	Entfärbte Indigoauflöſung *).	Entfärbte Auflöſung von Zuckerſyrup.	Verhältniß nach dem Indigo.	Verhältniß nach dem Zuckerſyrup.
	Gramm.	Gramm.		
1) Rohe Knochenkohle . .	32	9	1,00	1,00
2) Kohle von vegetabiliſchem oder thieriſchem Öl, mit künſtlichem phosphorſaurem Kalk kalcinirt	64	17	2,00	1,90
3) Knochenkohle mit Chlorwaſſerſtoffſäure gewaſchen	60	15	1,87	1,60
4) Nro. 3. mit Kali kalcinirt	1450	180	45,00	20,00
5) Ausgeglühter Kienruß	128	30	4,00	3,30
6) Nro. 5. mit Kali kalcinirt	550	90	15,20	10,60
7) Kohle von kohlenſaurem Natron, durch Phosphor zerſetzt . . .	380	80	12,00	8,80
8) Kohle von eſſigſaurem Kali	180	40	5,60	4,40
9) Stärkmehl mit Kali kalcinirt	340	80	10,60	8,80
10) Eiweiß oder Gallerte mit Kali kalcinirt . . .	1115	140	35,00	15,50
11) Blut mit phosphorſaurem Kalk kalcinirt . .	380	90	12,00	10,00
12) Blut mit Kreide kalcinirt	570	100	18,00	11,00
13) Blut mit Kali kalcinirt	1600	180	50,00	20,00

*) Die zur Indigoprobe angewendete Flüſſigkeit enthielt ein Tauſendtheil dieſes Stoffs, ſo daß jedes Gramm entfärbte Flüſſigkeit ein Milligramm von dem von der Kohle abſorbirtem Indigo darſtellt.

Betrachten wir die Hauptfolgerungen, welche ſich aus den auf dieſer Tabelle enthaltenen Thatſachen ergeben, etwas näher, ſo finden wir, daß die erſte und auffallendſte Erſcheinung dieſe iſt, daß das Verhältniß der entfärbenden Kraft für den Indigo oder den Zuckerſyrup durchaus nicht daſſelbe iſt. Buſſy bemerkt in dieſer Hinſicht, daß je mehr eine Subſtanz Kohle zur Entfärbung bedarf, deſto mehr ſcheint ſich auch die entfärbende Kraft der vollkommenen Kohlen in allen Fällen, verglichen mit der gewöhnlichen Knochenkohle, die als Einheit des Maaßes für dieſe Kraft angenommen wird zu erſchöpfen.

Ein nicht weniger evidentes Reſultat iſt, daß die entfärbende Kraft dem reinen Kohlenſtoff angehört, weil die Kohle, welche durch Zerſetzung des kohlenſauren Natrons erhalten wird, ſie in hohem Grade beſitzt. Wir müſſen dieſe Eigenſchaft, obwohl wir alle Thatſachen, die ſich auf die entfärbende Kraft der Kohle beziehen, in dieſem Artikel zuſammen gefaßt haben, als eine allgemeine und jeder Kohlenart zukommende betrachten, wenn ſie nämlich den fein zertheilten Zuſtand darbietet, welcher faſt immer in der Knochenkohle oder ſogenannten thieriſchen Kohle, ſelten aber in andern Kohlenarten ſich findet.

Aus dem bisher Geſagten geht im Ganzen hervor: 1) daß die entfärbende Eigenſchaft von der Kohle ſelbſt herrührt; 2) daß dieſelbe jedoch durch das Vorhandenſeyn der erdigen Salze modifizirt wird; 3) daß die Kohle wirkt, indem ſie ſich mit den färbenden Stoffen verbindet; 4) daß dieſe Wirkung nur in dem Maaße Statt findet, als die Kohle in einem eigenthümlichen Zuſtand der Zertheilung ſich befindet, welcher ſich durch mattes Anſehen charakteriſirt; 5) daß dieſer Zuſtand ihr von einem paſſenden Gemenge aus verſchiedenen mineraliſchen Stoffen, beſonders durch Kali im Augenblick der Verkohlung mitgetheilt werden kann; dieſe Stoffe müſſen jedoch in hinreichender Menge vorhanden ſeyn, um zu verhüten, daß ſich die Kohlentheilchen enge vereinigen.

464. Man hat unterſucht, ob die thieriſche Kohle, welche zur Entfärbung der Syrupe diente, zum zweiten Mal angewendet werden könnte; aber die oben angezeigten That-

ſachen zeigen hinreichend, daß man dieß nicht durch Ausglühen erreichen könnte. Die färbenden und ſchleimigen Stoffe des Zuckers, welche die Kohle anzieht, würden nach der Verkohlung einen Überzug zurücklaſſen, welcher die entfärbende Eigenſchaft derſelben völlig zerſtören würde. Man kann jedoch die Kohle wirklich zu dieſem Zwecke wieder brauchbar machen, wenn man nämlich dieſe organiſchen Stoffe bei niedriger Temperatur zerſtört, wie dieß Payen gezeigt hat. Da dieſe Stoffe der Gährung fähig ſind, ſo macht man aus den Kohlen einen Haufen, unterwirft ſie der Wein- der Eſſig- und ſelbſt der fauligen Gährung, ſodann wäſcht man ſie mit Waſſer. Zuletzt laugt man ſie mit etwas Kaliauflöſung aus und erhitzt ſie in verſchloſſenen Gefäßen bis zum Rothglühen. Die Kohle enthält auf dieſe Weiſe eine entfärbende Kraft, welche wenigſtens der der friſchen Kohle gleich iſt.

Man vergleiche hierüber die ausführlichern Abhandlungen von Buſſy (Journ. de Pharm. T. VIII, p. 257); ferner jene von Payen (Journ. de Pharm. T. VIII. p. 278) und den Bericht Pelletiers über dieſe beiden Abhandlungen, welche Preiſe erhielten (Journ. de Pharm. T. VIII. p. 181).

465. Die Bereitung der thieriſchen Kohle iſt gewöhnlich mit der der ammoniakaliſchen Produkte verbunden. Die Verkohlung geſchieht ſodann in gußeiſernen Zylindern, welche an einem ihrer beiden Enden in ein 3 Zoll im Durchmeſſer haltendes Rohr auslaufen, welches in eine lange Reihe von Abkühlungsapparaten mündet. Das andere Ende kann nach Belieben geöffnet und verſchloſſen werden, mittelſt einer beweglichen Scheibe, welche ebenfalls aus Gußeiſen beſteht. Dieſe Zylinder liegen horizontal in einem Ofen. Man füllt ſie mit geſtoßenen Knochen, aus welchen man vorher das Fett entfernt hat, erhitzt dann zum Glühen und erhält dieſe Temperatur 36 Stunden lang. Nach Verlauf dieſer Zeit öffnet man die Thüre, nimmt den Rückſtand, welchen man in Kohlendämpfer wirft, heraus und füllt die Zylinder von Neuem.

Das ſo bereitete Beinſchwarz muß ſodann zertheilt werden. Man verwandelt es zuerſt in grobes Pulver und bringt

es dann auf Mühlen, ähnlich den Getraidemühlen, wo es fein gemahlen wird.

Wollte man die andern Produkte der Knochendeſtillation nicht ſammeln, ſo müßte man die Röhre, welche zu ihrer Entfernung dient, unmittelbar unter den Feuerheerd leiten. Indem dieſe Produkte dann verbrennen, würde man ihren unangenehmen Geruch vermeiden und noch dazu an Brennmaterial erſparen.

Das Beinſchwarz wird zuweilen als Farbe gebraucht; in dieſem Fall muß man es noch feiner zertheilen. Man macht daraus mit Waſſer einen flüſſigen Teig, welchen man auf eine Farbenmühle bringt, wo man ihn dann lange genug reibt; dieſer Teig wird hierauf in irdene Formen gethan, wo man denſelben trocknen läßt.

Das Elfenbeinſchwarz wird auf ähnliche Weiſe bereitet.

Die Fabrikation der Kohle kann nur in der Nähe groſſer Städte geſchehen. Die Knochen, welche man dabei anwendet, kommen theils vom Schlachtvieh und werden von den Lumpenſammlern theils entweder in den Straſſen aufgeleſen oder aus den Häuſern zuſammengetragen, theils kommen ſie von gefallenen Pferden, wo ſie von den Abdekern geſammelt werden. In Paris allein werden jährlich 20,000 Zentner thieriſche Kohle gemacht. Dieſe Menge, welche für das Bedürfniß unſerer Fabriken hinreicht, ja daſſelbe überſteigt, könnte leicht verdoppelt werden, denn man benützt nur den dritten Theil der Knochen, die die jährliche Konſumtion dieſer Stadt liefert.

Man ſieht, daß die Fabrikation der thieriſchen Kohle durch die Natur der Sache beſchränkt iſt, und daß ſie ſich nicht ſo ſehr verbreiten kann, wenn man nicht neue Mittel zum Abſatz dieſer Waare findet.

466. Man reinigt die thieriſche Kohle nie für techniſche Zwecke; in Laboratorien kommt man jedoch öfters in den Fall, dieß zu thun, wenn man nicht Kalkſalze mit in die Flüſſigkeiten bringen will, welche man entfärbt. Dieſe Reinigung geſchieht, indem man die thieriſche Kohle in eine Schüſſel thut, ſie mit einer kleinen Menge Waſſer mengt und

gewöhnliche Chlorwaſſerſtoffſäure portionenweiſe hinzufügt. Sobald das vom kohlenſauren Kalk herrührende Aufbraußen vorüber iſt, giebt man ſo viel Säure hinzu, daß die Flüſſigkeit ſehr ſauer wird und läßt das Ganze 24 Stunden lang digeriren. Nun verdünnt man mit Waſſer, wirft die Kohle auf ein leinen Tuch und wäſcht ſie mit ſiedendem Waſſer, wozu man noch $\frac{1}{10}$ Chlorwaſſerſtoffſäure ſetzt. Man ſetzt dieſe Waſchungen fort, ſo lange als das ſäuerliche Waſſer durch Zuſatz von Ammoniak noch einen weißen Niederſchlag giebt. Hört es auf dieſe Wirkung zu äußern, ſo kann man ſicher ſeyn, daß der phosphorſaure Kalk gänzlich entfernt iſt, und man nimmt dann ſtatt des ſäuerlichen Waſſers reines Waſſer, indem man dieſe neue Waſchung ſo lange fortſetzt, bis das Lakmuspapier von dem Waſchwaſſer nicht mehr geröthet wird. Die zurückbleibende Kohle iſt rein; ſie kann als Norm dienen, wenn man die entfärbende Kraft der im Handel vorkommenden Kohlen ſchätzen und ihren Preis beſtimmen will; man muß aber bemerken, daß ſie das dreifache ihres Gewichts der letztern Kohle darſtellt, wenn dieſe von guter Qualität iſt.

Schieferkohle.

467. Nachdem wir die thieriſche Kohle beſchrieben haben, deren vorzüglichſte Anwendung darin beſteht, daß man ſie zur Abklärung des Zuckers braucht, ſo müſſen wir auch einige Worte von einer neuen Kohlenart ſagen, die mit ihr in Abſicht auf Wirkſamkeit wetteifern kann, nämlich der Schieferkohle.

Man findet zu Menat, im Puy-de-Dôme-Departement, zehn Stunden nordweſtlich von Clermont, ein Lager von bituminöſen Schiefer von ohngefähr einer Viertel Quadratmeile Flächenausdehnung. Dieſer Schiefer geht zuweilen zu Tag aus, zuweilen iſt er von Dammerde bedeckt; er iſt in einer von Gneuß gebildeten muldenförmigen Vertiefung eingelagert und bildet gewöhnlich Blätter, die zuweilen einen beträchtlichen Umfang haben. Man findet darin Abdrücke von Fiſchen oder verſchiedenen Vegetabilien.

Die Farbe dieſes Schiefers iſt grau, grauſchwarz oder graugelb. Er iſt leicht, zerbrechlich, nicht elaſtiſch und leicht zu pulvern. Er brennt mit Flamme und läßt eine rothe oder roſenfarbne Aſche als Rückſtand, welche von Eiſenoxyd gefärbt iſt und einen wahren Tripel bildet. Friſch iſt der Schiefer feucht; er trocknet jedoch bald an der Luft.

Bergounhioux, Apotheker in Clermont, hatte die glückliche Idee, die entfärbende Kraft der von dieſem Schiefer gemachten Kohle zu prüfen und fand ſie eben ſo, wo nicht noch ſtärker als bei der gewöhnlichen Knochenkohle. Er ſuchte hierauf dieſen Stoff im Großen zu gewinnen und lieferte ihn zu ſo geringen Preis, daß man kaum begreifen kann, wie die Knochenkohle noch mit dieſer Schieferkohle konkurriren kann.

Die Koſten der Gewinnung betragen faſt gar nichts, weil dieſelbe auf ebener Erde unter freiem Himmel geſchieht. Die Koſten der Verkohlung ſind ebenfalls ſehr unbedeutend, denn ſie geſchieht ganz ſo, wie die Holzkohlenbereitung in Meilern. Wollte man die Schieferkohle in verſchloſſenen Gefäßen verkohlen, ſo könnte man ſich des Schiefers ſelbſt als Brennmaterial bedienen. Die Produkte bei der Verbrennung würden ſeyn: 1) ein Gas, welches zur Beleuchtung ſich eignet, 2) ein Erdpech (Bitumen), deſſen Geruch nicht unangenehm iſt und welches ſchnell an der Luft austrocknet. Ich glaube nicht, daß dieſe Produkte unter den Verhältniſſen, in welchen ſich der Schiefer von Menat befindet, den durch die Deſtillation verurſachten Verluſt erſetzen könnten.

Der in Meilern verkohlte bituminöſe Schiefer läßt einen Rückſtand von ſchöner, matt ſchwarzer Farbe zurück, welcher härter als der Schiefer ſelbſt iſt, ſich aber doch leicht pulvern läßt, übrigens ſehr porös iſt und unter allen Verhältniſſen zur Klärung der Flüſſigkeiten vortrefflich paßt.

Ein ſehr übler Umſtand und vielleicht der einzige, welchen dieſer Schiefer darbietet, iſt die Gegenwart einer ziemlich bedeutenden Menge von Zweifachſchwefeleiſen in Nieren, welche im Mineral eingeſchloſſen ſind. Es iſt nothwendig, daſſelbe vor der Verkohlung ſorgfältig zu entfernen, denn ohne dieſe Vorſorge würde es während dieſer Operation in

erſtes Schwefeleiſen übergehen und man weiß aus Payens Verſuchen, daß letzteres die Zuckerauflöſungen färbt und dieſe Eigenſchaft ſelbſt bei der Gegenwart einer großen Menge entfärbender Kohle noch beibehält. Man muß daher im Ausſcheiden der Kieſe ſehr ſorgfältig ſeyn.

Alle Schiefer ſind nicht geeignet, um eine entfärbende Kohle zu liefern. Wahrſcheinlich muß ein beſtimmtes Verhältniß zwiſchen der mineraliſchen Maſſe und dem organiſchen Stoff vorhanden ſeyn, aus welchen ſie zuſammen geſetzt ſind. Ein Überſchuß des letztern würde eine glänzende Kohle geben; wäre von demſelben zu wenig vorhanden, ſo würde die erdige Maſſe den kohligen Rückſtand zu ſehr einhüllen. *)

468. **Chemiſche Eigenſchaften des Kohlenſtoffs.** Nachdem wir die verſchiedenen phyſiſchen Eigenſchaften des Kohlenſtoffs unterſucht haben, wollen wir zur Prüfung der chemiſchen Eigenſchaften übergehen.

Unter den für nicht metalliſch gehaltenen Körpern macht der Kohlenſtoff eine augenſcheinliche Ausnahme, weil er zugleich guter Elektrizitäts- und guter Wärmeleiter iſt. Dieſe beiden Eigenſchaften ſind leicht nachzuweiſen. Man bringt zu dieſem Behufe Kohlenſtückchen in einen Tiegel, füllt die leeren Zwiſchenräume mit Heitzkohle (braise), ſetzt einen Deckel auf, verkittet und erhitzt den Tiegel zum Weißglühen. Iſt er erkaltet, ſo nimmt man die Kohle heraus. Wir haben zwar ſchon erwähnt, daß ſie dann guter Elektrizitäts- und Wärmeleiter iſt, allein erſtre Eigenſchaft hier etwas genauer zu betrachten, wird nicht unnütz ſeyn.

Nimmt man eine Säule von 20 Plattenpaaren, wovon die Platte 6 Zoll im Durchmeſſer hat und fügt an das Ende des Conduktors zwei kleine Kegel von geglühter Kohle, ſo wird ſich, in dem Augenblick, wo man die Spitzen dieſer Ke-

*) Die Schieferkohle vom Puy-de-Dome iſt nach den Proben, die wir davon zu ſehen Gelegenheit hatten, nichts anderes als eine erdige Braunkohle von ſchiefriger Abſonderung, die ſich auch in Deutſchland häufig findet. Möchten Techniker dieſe vaterländiſchen Naturprodukte in dieſer Beziehung unterſuchen, ſo würde gewiß manches derſelben auf eine gleich vortheilhafte Weiſe angewendet werden können. A. u. E.

gel in Berührung bringt, ein lebhaftes Erglühen zeigen, deſſen Glanz nur mit dem des Sonnenlichts ſelbſt verglichen werden kann. Dieß Phänomen wird einige Minuten dauern und nicht eher aufhören, als bis die Säule ihre elektriſche Kraft vollkommen verloren hat. Wenn ſich die Kohlen an der freien Luft befinden, ſo werden ſie gänzlich verbrennen und verzehrt werden; wenn man ſie aber von Zeit zu Zeit einander nähert, ſo wird die Wirkung von Neuem eintreten. Dieſer ſchöne Verſuch wurde zuerſt von Davy angeſtellt mit einer Säule von 2000 Plattenpaaren; die dabei entſtehende Wirkung iſt eines der ſchönſten elektriſchen Phänomene. Arago maß die Intenſität des Lichts, das bei einer Säule von 500 Plattenpaaren mit 4 Zoll im Durchmeſſer, welche dem berühmten Chemiker de la Rive in Genf gehörte, entſtrahlte und fand es an Stärke dem von 300 Kerzen gleich.

In der Luft iſt die Wirkung eine zuſammengeſetzte, nämlich von der durch die beiden Elektrizitäten erzeugten Hitze und von der, welche von der Verbrennung der Kohle herrührt; bringt man die Kohlen in den luftleeren Raum, ſo iſt die Intenſität des Lichts wenigſtens der in den vorhergehenden Fällen beobachteten noch gleich. Davy konnte mit ſeiner mächtigen Säule ſelbſt die Kohlen nach und nach von einander entfernen, ohne das Überſtrömen des elektriſchen Fluidums zu zerſtören. Der Strom, anſtatt der geraden Linie zu folgen, nahm dabei einen krummen Weg und ſtellte einen leuchtenden Bogen von 4 Zoll Länge dar, deſſen Glanz nicht zu ertragen war.

Bei näherer Unterſuchung dieſer Phänomene nahm man wahr, daß die angewendeten Kohlen etwas verändert wurden. Die Kohle, wodurch der negative Strom geht, wird angegriffen und bekommt eine koniſche Vertiefung, während die des poſitiven Stroms mit einer Kohlenkruſte bedeckt wird, welche an Dicke der Menge entſpricht, die der andre Pol verloren hat. Es findet alſo hiebei etwas ſtatt, welches anzeigt, daß die Kohle etwas verflüchtigbar iſt; es bleibt jedoch ſehr ungewiß, ob dieſe Verflüchtigung von der hohen Temperatur oder von dem Durchſtrömen des elektriſchen Fluidums ſelbſt herrührt.

469. Wir haben geſehen, daß die Kohle beim Verbrennen im Sauerſtoffgas oder in der Luft Kohlenſäure erzeugt; wir werden weiter unten ſehen, daß dieſe Verbrennung in gewiſſen Fällen Kohlenoxyd bildet. Die Wärmequantität, welche ſich hiebei entwickelt, verdient beſonders beachtet zu werden, wegen des häufigen Gebrauchs der Kohle als Brennmaterial. Desprez, welcher ſie mit aller erforderlichen Sorgfalt beſtimmt hat, fand, daß ein Kilogramm Kohle hinreichend Hitze giebt, um 79,14 Kilogr. Waſſer, bei 0° Grad genommen, zum Sieden zu bringen oder um 104,2 Kilogr. Eis zu ſchmelzen.

Bei der gewöhnlichen Temperatur ſcheinen das Sauerſtoffgas oder die atmosphäriſche Luft, wenn man die Abſorption derſelben durch die Kohle wegrechnet, gänzlich ohne Wirkung auf dieſen Körper zu ſeyn. Man kann eine Menge Proben anführen; eine der merkwürdigſten iſt die vollkommene Erhaltung der Tinte der Alten, welche aus Kienruß mit Gummiwaſſer abgerieben, beſtand. Dieſe Tinte hat ſelbſt allen zerſtörenden Einflüſſen widerſtanden, welche die in Herculanum gefundenen Manuſcripte trafen.

Unter den übrigen einfachen, nicht metalliſchen Stoffen ſcheint der Schwefel allein fähig, ſich mit dem Kohlenſtoff direkt zu verbinden; es bildet ſich in dieſem Fall eine Verbindung, welche wir ſpäter prüfen wollen, nämlich der Schwefelkohlenſtoff. Dieſe Verbindung geht nur unter der Glühhitze vor ſich.

Es iſt hiernach leicht, in vielen Fällen die Wirkung des Kohlenſtoffs auf die Verbindungen, die wir bereits unterſucht haben, voraus zu ſehen. Gar keine Wirkung findet bei denjenigen ſtatt, welche weder Sauerſtoff noch Schwefel enthalten; im entgegengeſetzten Fall wird ſie faſt bei mehr oder minder erhöhter Temperatur eintreten und man wird, je nach der Temperatur, verſchiedene Produkte erhalten.

Das Waſſer wird in der Glühhitze von der Kohle zerſetzt; es entſteht dabei ein Gemenge von Kohlenſäure, Kohlenoxyd, Waſſerſtoff und halb Kohlenwaſſerſtoff in ſehr veränderlichen Verhältniſſen. In der Kälte wirkt die Kohle nicht auf das reine Waſſer; allein ſie bemächtigt ſich nicht nur der färbenden organiſchen Stoffe, welche darin vorkom-

men können, ſondern auch derjenigen Stoffe, welche ſich in Folge der Verderbniß organiſcher Körper, welche beigemengt oder darin aufgelöst ſind, entwickeln. Wir werden bei den Mineralwaſſern auf dieſen wichtigen Gegenſtand zurückkommen.

Die Chlor- Brom- und Jodſäure werden von der glühenden Kohle raſch zerſetzt. Das Chlor, das Brom oder Jod werden frei und es bildet ſich Kohlenſäure.

Der Waſſerſtoffſchwefel und die Schwefelwaſſerſtoffſäure werden durch die Wärme zerſetzt und geben mit der Kohle Schwefelkohlenſtoff und Kohlenwaſſerſtoff oder Waſſerſtoff.

Die ſchweflichte Säure wird in der Glühhitze durch die Kohle in Schwefel, Kohlenoxyd und Schwefelkohlenſtoff verwandelt.

Die Schwefelſäure wird von der Kohle bei einer Temperatur von 100 oder 200° zerſetzt, in ſchweflichte Säure und Kohlenſäure (140). In der Glühhitze würden die Produkte verſchieden ſeyn und aus Kohlenſäure, Kohlenoxyd, Schwefel, Schwefelkohlenſtoff, Kohlenwaſſerſtoffgas und Schwefelwaſſerſtoffſäure beſtehen.

Die Salpeterſäure wird von der Kohle ſchon bei niedrigerer Temperatur zerſetzt. Es bildet ſich Stickſtoffoxyd, Stickſtoffoxydul und ſelbſt Stickſtoff. Die Reaktion iſt ſehr lebhaft. In der Rothglühhitze würde man Kohlenſäure oder Kohlenoxyd und freien Kohlenſtoff erhalten. Eben das würde mit der ſalpetrichten Säure der Fall ſeyn.

Stickſtoffoxydul und Stickſtoffoxyd würden beide bei der Glühhitze von der Kohle zerſetzt werden. Aber das Oxydul würde ſich weit leichter als das Oxyd zerſetzen, denn die glühende Kohle fährt in den erſteren dieſer beiden Gasarten fort zu brennen, während ſie in dem zweiten verlöſcht. Die Produkte würden immer Stickſtoff und Kohlenſäure oder Kohlenoxyd je nach den Umſtänden ſeyn.

Wir haben hier in Beziehung auf Phosphorſäure und Arſenikſäure dem bereits oben (231,382) Geſagten weiter nichts zuzufügen.

Die Kohle wirkt nicht auf die Bor- und Kieſelſäure.

Dieſe leicht zu begreifenden Erſcheinungen werden erlauben, in vielen Fällen die Reaktionen der Verbindungen, mit welchen wir uns beſchäftigen wollen, vorher zu beſtimmen.

Kohlenwaſſerſtoffverbindungen.

470. Der Waſſerſtoff und Kohlenſtoff verbinden ſich in ſehr mannigfaltigen Verhältniſſen und die daraus entſtandenen Verbindungen ſind von hohem Intereſſe, ſowohl wegen ihrer Eigenſchaften, als wegen der Anwendungen, welche man davon macht, theils auch wegen ihrer Bildung, die zuweilen in der Natur ſchon unter gewiſſen Umſtänden Statt findet.

Dieſe Verbindungen ſpielen beſonders bei der Beleuchtung und ſelbſt bei der Heitzung eine bedeutende Rolle. Wir werden ſie hier unabhängig von dieſen Anwendungen betrachten; letztere werden wir in den folgenden Kapiteln näher angeben.

Unter dieſen Verbindungen giebt es zwei, welche bei der gewöhnlichen Temperatur gasförmig ſind, ſechs andre ſind unter gleichen Umſtänden tropfbar flüſſig und drei ſind feſt; es ſind alſo eilf im Ganzen. Wahrſcheinlich müſſen jedoch einige unter ihnen vereinigt werden; aber die Art ihrer Verbindung bei den bekannten, zeigt an, daß man noch mehrere entdecken wird. Da die Nomenklatur der Kohlenwaſſerſtoffverbindungen ihrer Zuſammenſetzung durchaus nicht entſpricht, ſo iſt es nothwendig, hier eine Tabelle zu geben, welche uns als Leitfaden bei deren Unterſuchung dienen wird.

	Atome des Kohlenſtoffs	Atome des Waſſerſtoffs
1 At. Halb Kohlenwaſſerſtoff	= 1	2
1 At. Kohlenwaſſerſtoff	= 2	2
1 At. Waſſerſtoffkohlenſtoff	= 4	4
1 At. Roſenöl	= 8	8
1 At. Naphtha	= 6	5
1 At. Anderthalb Kohlenwaſſerſtoff	= 6	4
1 At. Doppelt Kohlenwaſſerſtoff	= 6	3
1 At. Süßes Weinöl	= 4	3
1 At. Terpentinöl	= 10	8
1 At. Steinöl	= "	"
1 At. Naphthaline	= 5	2

Man bemerkt in dieſer Tabelle drei Verbindungen, das Kohlenwaſſerſtoffgas, den zweiten Kohlenwaſſerſtoff und das Roſenöl, welche einerlei Zuſammenſetzung haben, in welchen aber die Art, wie die Atome verdichtet ſind, weſentlich verſchieden iſt. Dieſer Umſtand iſt auch ſchon hinreichend, um eine weſentliche Verſchiedenheit in den Eigenſchaften dieſer Verbindungen zu begründen.

Halbkohlenwaſſerſtoff.

(**Hydrogène demi-carboné ou protocarboné**).

471. Zuſammenſetzung. Läßt man ein Volum Halbkohlenwaſſerſtoffgas mit 3 Volum Sauerſtoffgas detoniren, ſo bleibt 1 Volum Kohlenſäure und 1 Volum Sauerſtoff zurück, welche 1 Volum Kohlendampf und 2 Volum Sauerſtoff entſprechen; 1 Volum dieſes letztern Gaſes iſt alſo verſchwunden, um mit 2 Volum Waſſerſtoffgas Waſſer zu bilden. Das Halbkohlenwaſſerſtoffgas enthält folglich:

1 At. Kohlenſtoff	= 37,66	oder	75,17
2 At. Waſſerſtoff	= 12.48		24,83
1 At. Halbkohlenwaſſerſtoffgas	= 50,14		100,00

472. Eigenſchaften. Das Halbkohlenwaſſerſtoffgas iſt farblos, in Waſſer unauflöslich und wiegt 0,559. Es entzündet ſich bei Annäherung eines brennenden Körpers und brennt mit einer gelblichen Flamme. Mit Sauerſtoffgas oder Luft gemengt, detonirt es ſehr ſtark, ſowohl durch den elektriſchen Funken als durch Anwendung der Hitze. Es bildet ſich Waſſer und Kohlenſäure.

Das Chlor wirkt auf eigenthümliche Weiſe darauf. Unter Beihülfe der Wärme bemächtigt es ſich ſeines Waſſerſtoffs und ſchlägt den Kohlenſtoff nieder, was leicht voraus zu ſehen war. In der Kälte erfolgt dieſe Wirkung nicht, wenn die Gaſe trocken ſind, man mag das Gasgemenge an einem dunklen Ort laſſen oder es der Wirkung des Lichts, ja ſelbſt des ſtärkſten Sonnenlichts ausſetzen. Sind die Gaſe feucht, ſo erfolgt im Dunklen ebenfalls keine Wirkung; unter dem Einfluß des Sonnenlichts jedoch eine langſame Reaktion; das Waſſer ſchwängert ſich mit Chlorwaſſerſtoffſäure und es

bleibt ein Gasrückſtand, welcher bloß Kohlenſäure iſt, wenn das Chlor in paſſendem Verhältniß vorhanden war. Die Erfahrung und die Berechnung zeigen, daß man 4 Vol. Chlor für 1 Volum Halbkohlenwaſſerſtoffgas anwenden muß. Das Waſſer wird, wie das Kohlenwaſſerſtoffgas augenſcheinlich zerſetzt; es muß den nöthigen Sauerſtoff liefern, um den Kohlenſtoff deſſelben in Kohlenſäure zu verwandeln, während das Chlor den von beiden Körpern kommenden Waſſerſtoff in Chlorwaſſerſtoffſäure verwandelt. Folgendes iſt die Berechnung der Reaktion:

Angewendete Atome.	Erzeugte Atome.
4 At. Chlor.	8 At. Chlorwaſſerſtoffſäure.
1 A. Halbkohlenwaſſerſtoffgas.	1 At. Kohlenſäure.
2 A. Waſſer.	

Es iſt klar, daß, wenn man ſtatt 4 Vol. Chlor nur 3 anwenden wollte, man nur ein halbes Volum Sauerſtoff aus dem Waſſer erhalten und ſich ſtatt der Kohlenſäure Kohlenoxyd bilden würde. Man bemerkt in der That auch, daß letzteres Gas jedesmal ſich bildet, wenn das Kohlenwaſſerſtoffgas mit etwas weniger Chlor, als das vierfache ſeines Volums beträgt, gemengt wurde. Man erhält dann ein Gemenge aus Kohlenſäure und Kohlenoxyd.

473. Bereitung und natürliches Vorkommen. Man kennt kein Mittel, um dieß Gas durch gewöhnliche chemiſche Prozeſſe zu erhalten. Es bildet ſich zwar, wenn man organiſche Stoffe durch Feuer zerſetzt, ſo wie auch ferner, wenn glühende Kohle auf Waſſer einwirkt; in allen dieſen Fällen aber bleiben, ſelbſt nach der Reinigung des Produkts, veränderliche Gemenge von Kohlenoxyd, Waſſerſtoff und Halbkohlenwaſſerſtoffgas zurück.

Beſſer iſt es, man zerſetzt die Kohlenwaſſerſtoffarten durch das Feuer; in dieſem Fall enthält das angewendete Gemenge zwar kein Kohlenoxyd, aber immer freies Waſſerſtoffgas, welches man von dem Halbkohlenwaſſerſtoffgaſe nicht abſcheiden kann.

Um ſich dieſes Gas zu verſchaffen, iſt man gezwungen, es in Sümpfen oder ſtehenden Waſſern aufzufangen. Hier bildet es ſich von ſelbſt in Folge der Zerſetzung organiſcher

Stoffe. Zu dem Ende rührt man den Schlamm um, worauf man die Gasblaſen wie beim Sieden entweichen ſieht. Man ſammelt dieſe Blaſen in umgeſtürzten, mit Waſſer gefüllten und mit breiten Trichtern verſehenen Flaſchen. Dieß Gas iſt jedoch durchaus nicht rein; es iſt ein Gemenge aus Sauerſtoffgas, Kohlenſäure, Stickgas und Halbkohlenwaſſerſtoffgas. Man reinigt es, indem man die Kohlenſäure durch Kali und das Sauerſtoffgas durch Phosphor abſorbiren läßt. Was den Stickſtoff betrifft, ſo kann man ihn nicht entfernen, man beſtimmt jedoch das Verhältniß dadurch, indem man das Gas in dem Eudiometer mit einem Überſchuß vom Sauerſtoffgas verbrennt. Der Rückſtand nach der Detonation iſt, wenn er von der Kohlenſäure und dem überſchüſſigen Sauerſtoff befreit iſt, reines Stickgas. Das Mengen dieſer Gasart wechſelt außerordentlich; zuweilen iſt es 2 oder 3 Prozent, ein andermal 6 oder 8. Iſt übrigens das Verhältniß einmal bekannt, ſo iſt es leicht zu berechnen und es hat keinen Einfluß auf die Eigenſchaften des Halbkohlenwaſſerſtoffgaſes.

Dieſes Gas bildet ſich auch noch unter vielen andern Umſtänden. Es befinden ſich an ſehr vielen Orten nie verſiegende Quellen entweder von ſchon entzündetem oder von entzündlichem Gas, welche ſelbſt zu häuslichem Gebrauch, zum Brennen der Ziegel, des Kalks ꝛc. benützt werden können.

In Italien bemerkt man dergleichen auf dem nördlichen Abhang der Apenninen, zu Velleja, Pietramala, Barigazzo etc. Das Gas entweicht dort von einer ſchlammigen, mit Kochſalz geſchwängerten Maſſe begleitet; man heißt dieſe merkwürdigen Quellen daher auch Schlamm- oder Salzvulkane. Sie ſcheinen jedoch mit den vulkaniſchen Erſcheinungen in keiner Beziehung zu ſtehen, denn man findet ſie an Orten, die von allen Vulkanen weit entfernt ſind, ſo z. B. in Frankreich zu St. Barthèlemi, im Isère-Departement, in England bei Lancaster und Bosely; auch in Perſien und Mexiko ſollen ſich welche finden. Die hier folgenden Umſtände können hier einigermaſſen zur Erklärung der Urſachen dienen, welche die Erzeugung des Gaſes in den beſchriebenen Fällen bedingen.

474. Das Halbkohlenwaſſerſtoffgas entwickelt ſich zuweilen langſam, zuweilen in großer Menge in den Steinkohlengruben. Es mengt ſich mit der atmoſphäriſchen Luft und es entſtehen dadurch oft Gasgemenge, welche ſich entzünden und detoniren, wenn der Grubenarbeiter mit der Lampe daran kommt. Zuweilen entſtehen ſo heftige Detonationen, daß ſie nicht ſelten den Tod von vielen Bergarbeitern verurſachen. Dieſe heißen dieß Phänomen: brennende, entzündliche Schwaden oder ſchlagende Wetter. Sie bemerken die drohende Gefahr an der Flamme ihrer Lampe, welche an ihrer Spitze um ſo breiter und deren blaue Farbe um ſo dunkler wird, je größer die Quantität des Kohlenwaſſerſtoffgaſes iſt. Iſt die Gefahr der Detonation nahe, ſo iſt es am beſten, ſich ſchnell auf den Bauch zu legen und ſo, ohne dieſe Lage zu verändern, nach den gefahrloſen Gegenden der Grube zu kriechen. Die Hauptgefahr dieſer Detonationen rührt von der plötzlichen Ausdehnung und Zuſammenpreſſung der Luft im Augenblick der Exploſion. Es entſteht dadurch ein Windſtoß, deſſen Schnelligkeit faſt unberechenbar iſt und die Unglücklichen, welche er bisweilen trifft, werden mit Heftigkeit gegen den Boden oder an die Wände der Grube geworfen, wo ſie vom Fall getödtet oder auf ſchreckliche Weiſe zerſchmettert werden.

475. Zu einer Zeit, wo die chemiſchen Erſcheinungen, beſonders was die Gaſe betrifft, noch ſehr ſchlecht gekannt waren, ſchrieben die Arbeiter dieſe Verheerungen weißlichen Fäden zu, welche ſie im Innern der Grube ſchweben ſahen. Dieſe ſpinnengewebeähnlichen Fäden waren der Gegenſtand ihrer beſtändigen Aufmerkſamkeit; ſie ergriffen dieſelben beim Vorüberziehen, zerdrückten ſie zwiſchen den Händen und glaubten ſo die Gefahr vorüber. Dieſe Sicherheit mußte ihnen oft verderblich werden, obwohl ſie ſich auf wirkliche Beobachtungen gründete. Eigentliche Fäden exiſtiren wahrſcheinlich nicht; da aber das Gas in der Kohle ſelbſt zuſammengepreßt iſt und ſich im Augenblick des Entweichens ausdehnt, ſo erkaltet es und bewirkt einen Niederſchlag von Waſſerdampf, der als ſchwache weißliche Wolke erſcheint. Übrigens konnten auch die Arbeiter von einem andern Umſtand irre

geführt worden ſeyn. Die ſtrahlenbrechende Kraft des Gaſes iſt nämlich viel ſtärker als die der Luft, daher verurſacht der Gasſtrom eine Lichtabweichung, ähnlich derjenigen, welche am Ausgange eines Schornſteins durch die daraus ſtrömende heiße Luftſäule Statt findet. Die Arbeiter bewirkten, indem ſie dieſe Fäden zu zerreißen glaubten, die Mengung des entzündlichen Gaſes mit der Luft und die Detonation wurde dadurch in der That bis zum Augenblick verzögert, wo die ganze Atmosphäre aus einem detonirenden Gemenge beſtand. In der Zwiſchenzeit konnten verſchiedene Urſachen zur Verbeſſerung der Luft beitragen, wodurch denn begreiflicher Weiſe ein Vorurtheil beſtätigt werden konnte; denn ununterrichtete Leute ſuchen immer eine handgreifliche Urſache für auffallende Wirkungen.

Die Bergleute haben auch bemerkt, daß die am Ende geſchloſſenen Stollen, in welche man lange nicht gekommen war, häufiger ein ſolches detonirendes Gemenge enthielten, als diejenigen, in welchen man beſtändig arbeitete. Um die Atmosphäre zu reinigen, legten ſie Feuer an. Ein Arbeiter in naſſen Kleidern, mit einer Larve, in welcher ſich gläſerne Augen befanden, und mit einem langen Stab verſehen, woran ſich eine Fackel befand, begab ſich nach dieſem Ort auf dem Bauche kriechend vorwärts, indem er die Stange vor ſich herſchob, bis die Detonation erfolgte. Selten wurde er verletzt; demungeachtet iſt es unbegreiflich, warum man ſich nicht einer Lunte bediente, die außerhalb der Grube angezündet und hineingeworfen wurde, oder eines Flintenſchloßes, deſſen Drücker man durch einen hinreichend langen Faden dirigiren konnte. Es giebt im ſüdlichen Frankreich Gruben, wo man täglich dieſe Operation vornahm; dieß geſchah noch vor wenig Jahren, vielleicht verfährt man dort ſelbſt jetzt noch auf dieſe Weiſe.

476. Heutiges Tags wendet man ſicherere und weniger gefährliche Methoden an. Die erſte beruht auf der Anwendung von Zugöfen, welche einen fortwährenden Luftzug in den Schächten und Stollen unterhalten. Die zweite beſteht in dem Gebrauch der von Davy erfundenen Sicherheitslampen, mit welchen man ſich ohne Furcht den detoni-

renden Gemengen nähern kann und welche darin verlöſchen, ohne daſſelbe zu entzünden. Die dritte, neuerdings vorgeſchlagene und deren Wirkungen weniger ſicher ſind, beruht auf der Eigenſchaft, die man am Chlorkalk gefunden zu haben glaubt, nämlich das entzündliche Gas ziemlich raſch zu zerſetzen oder wenigſtens es zu abſorbiren.

Wir prüfen nun jedes dieſer Mittel der Reihe nach. Diejenigen Steinkohlengruben, welche man Schwadengruben (mines à grisou) nennt, liefern im Allgemeinen eine Kohle von guter Qualität, zum Schmiedefeuer geeignet, fett, nicht ſehr kompakt und leicht zerbrechlich. Das entzündliche Gas, welches ſich daraus entwickelt, iſt darin ſo comprimirt, daß es jeden Augenblick Kohlenblättchen losſprengt und durch die Sprünge, die ſich daran befinden, herausgeht, wobei es ein leiſes Ziſchen oder Pfeifen hervorbringt. Iſt die Steinkohle mit Waſſer bedeckt, ſo ſieht man die Glasblaſen ſich raſch entwickeln, zuweilen in zuſammenhängenden Strömen.

In dieſer Art von Steinkohlengruben läßt die friſch gegrabene Kohle fortwährend Gas in ſolcher Menge entweichen, daß man es auf der Oberfläche der Tonnen, welche die Kohle enthalten, noch wenn ſie zu Tage gefördert ſind, anbrennen kann. Dieß erklärt, warum das Einſtürzen in den Gruben die Gefahr vermehrt. Die große Steinkohlenmaſſe, welche ſich plötzlich lostrennt, entläßt eine ſo bedeutende Gasmenge, daß man nicht genug Vorſicht anwenden kann, um die Wirkungen zu verhüten. Auch muß man weit größere Vorſicht anwenden, wenn der Gang mächtig iſt und das blätterige Dach zum Einſtürzen geneigt ſcheint; eben ſo, wenn man den Gang ſehr zuſammenpreßt, weil dann die Kohle verunreinigt, mit Erde und Schiefer vermengt iſt und alle Conſiſtenz verloren hat, welche ſonſt das Einſtürzen verhütet.

477. Iſt eine Grube ſolchen Gasentzündungen ausgeſetzt und befindet ſie ſich in einem der erwähnten Fälle, ſo muß man die Aufmerkſamkeit verdoppeln bei der Anwendung der Schutzmittel.

Die ſchon außerdem nothwendige Lufterneuerung iſt hier unerläßlich, wenn man den ſchrecklichſten Vorfällen

zuvorkommen will. Die Erneuerung geſchieht auf eine ſehr einfache Weiſe. Die Grube kommunizirt mit der äußern Luft mittelſt zweier Schächte. An der Mündung des einen bringt man einen Ofen an, auf welchem ein 15 bis 20 Meter hoher Schornſtein ſich befindet. Man zündet in dieſem Ofen Feuer an und ſchließt der äußern Luft alle Zugänge, damit der Brennheerd gezwungen iſt, alle zum Brennen nöthige Luft aus dem Schacht zu nehmen. Die Luft, welche durch den Schornſtein geht und die blos aus der Grube kommt, wird durch ein entſprechendes Volum friſcher Luft erſetzt, welche von außen durch den andern Schacht in die Grube ſtürzt.

Da das Kohlenwaſſerſtoffgas leichter iſt als die Luft, ſo muß man bei den Einrichtungen der Lüftung alles vermeiden, wodurch das Gas gezwungen werden würde, unterhalb des Punkts zu ſteigen, wo es ſich entwickelt; im Gegentheil muß man den Zug ſo einrichten, um die Aufſteigungskraft des Gaſes zu benützen und daſſelbe von unten nach oben ſeinen Weg nehmen zu laſſen.

Entwickelt eine Grube viel Gas, ſo muß man die Abraumsorte vertheilen, daß der möglich geringſte leere Zwiſchenraum in den Arbeiten bleibt, man muß alle Ausgänge in den verlaſſenen oder unbearbeiteten Theilen ſorgfältig verſchließen und den Zugofen im Verhältniß zur Gefahr größer anlegen, ſo wie das Feuer länger und lebhafter unterhalten.

In dieſem letztern Fall muß man die Vorſichtsmaaßregeln noch weiter treiben. Man begreift, daß das brennbare Gas, wenn es in den Ofen dringen und daſelbſt ſich entzünden würde, die Verbrennung bis in die Grube ſelbſt verbreiten könnte, wenn anders das Gasvolum hinreichend groß in der Grubenluft wäre. Man verhütet dieſe Gefahr, indem man in dem Rohr, welches den Wetterſchacht mit dem Aſchenloch des Ofens verbindet, einige Scheidewände von Metalldraht, ähnlich wie bei den Sicherheitslampen anbringt.

473. Die Anwendung einer guten Luftungseinrichtung macht jedoch den Gebrauch der Sicherheitslampen nicht ent-

behrlich. Wir wollen zuerſt den Grundſatz, worauf ihre Einrichtung beruht, angeben und ſodann die Vorſichtsmaaßregeln ſowohl bei ihrer Verfertigung als bei ihrer Anwendung im Einzelnen bemerken, ſo wie dieß Baillet in ſeinem Bericht (Ann. des Mines. t. X, p. 3.) angegeben hat.

Sobald die chemiſche Unterſuchung des Gaſes, welches ſich aus der Steinkohle entwickelt, gezeigt hatte, daß daſſelbe faſt ganz aus Halbkohlenwaſſerſtoff beſtehe, ſo mußte man zum Behuf der Beleuchtung der Gruben ein Mittel ausfindig zu machen ſuchen, welches erlaubte, Licht in die Gruben zu bringen, ohne das Gas zu entzünden. Davy wurde mit dieſer Unterſuchung von einer in England zu dieſem menſchlichen Zweck gebildeten Geſellſchaft beauftragt; er dachte anfänglich an die Anwendung verſchiedener phosphoreszirender Stoffe; bald bemerkte er jedoch, daß bei dem gegenwärtigen Zuſtand der Wiſſenſchaft die Schwierigkeit ſich dieſe Stoffe zu verſchaffen oder ſie aufzubewahren, ihre praktiſche Anwendung unausführbar mache.

Er verwarf auch jenes Mittel, welches damals in dieſer Art von Gruben in Gebrauch war. Dieß Mittel beſtand darin, daß man einem ſtählernen Mühlſtein, welcher auf Feuerſteinmaſſe rieb, eine raſche Drehbewegung gab. Die durch dieſe Reibung hervorgebrachten Funken geben zwar ein hinreichendes Licht, man muß aber zu dieſer Arbeit einen Mann allein haben; übrigens können die Funken ebenfalls das Gas entzünden, wenn auch nicht ſo leicht, als die gewöhnlichen Lampen.

In Folge dieſer Beobachtungen überzeugte er ſich, daß man die gewöhnliche Beleuchtungsart wieder anwenden müße und ſuchte daher dieſelbe nur ſo zu modifiziren, daß der Arbeiter vor Gefahr geſchützt iſt. Um dieß zu erreichen, mußte er zuerſt ſorgfältig die Umſtände erwägen, welche die Gasentzündungen hervorbringen oder ſie verhüten.

Davy machte folgende Beobachtungen in Bezug auf das Verhältniß der Luft und des entzündlichen Gaſes, wenn das Gemenge mit einer brennenden Kerze in Berührung gebracht wurde.

Steinkohlengas.	Luft.	
1 . . .	2 . .	Das Gemenge brennt ohne Detonation.
1 . . .	3 . .	Ebenſo.
1 . . .	4 . .	Ebenſo.
1 . . .	6 . .	Entzündung, leichte Detonation.
1 . . .	7 . .	Ebenſo. ſtärkere Detonation.
1 . . .	8 . .	Ebenſo. Ebenſo.
1 . .	9 bis 14 .	Ebenſo. Detonation nimmt ab.
1 . . .	15 . .	Entzündet ſich nicht mehr, die Flamme der Kerze erweitert ſich.
1 . .	16 bis 30 .	Keine Entzündung; die Erweiterung der Kerzenflamme vermindert ſich nach und nach.

Das am meiſten detonirende Gemenge beſteht alſo aus 1 Theil Gas und 7 bis 8 Theilen Luft. Durch Berechnung würde man ohngefähr 10 Theile Luft finden, denn dieſe 10 Vol. Luft entſprechen 2 Vol. Sauerſtoff, welches genau die nöthige Menge iſt, um 1 Vol. Halbkohlenwaſſerſtoffgas in Waſſer und in Kohlenſäure zu verwandeln; aber die durch die Gegenwart des in der Luft enthaltenen Stickſtoff's bewirkte Abkühlung hat unſtreitig Einfluß auf dieſe Verhältniße.

Davy beobachtete, indem er von der Temperatur der Flamme, welche zur Entzündung der vorgenannten Gemenge hinreichte, ausgieng, und die Hitze der in die detonirenden Gemenge getauchten Körper allmählig verminderte, daß man ungeſtraft eine glühende Kohle, welche aber keine Flamme mehr giebt, ſo wie ein Stück glühendes Eiſen in ſie bringen darf. Das Gemenge entzündete ſich nicht, woraus man ſieht, daß das Steinkohlengas eines der wenig entzündlichern, vielleicht ſelbſt das wenigſt entzündliche aller bekannten Gasarten iſt. In der That, das Kohlenoxydgas, das Kohlenwaſſerſtoffgas, das Waſſerſtoffgas fangen alle am glühenden Eiſen oder der glühenden Kohle Feuer, ſelbſt unter weniger günſtigen Umſtänden.

Da Davy gewiß war, daß die Verbrennung des Steinkohlengaſes nur unter Einfluß einer erhöhten Temperatur ſtatt hatte, ſo ſchloß er, daß ſie nicht eintreten würde,

ſobald die äußern Umſtände die raſche Abkühlung des Gemenges bewirken; letzteres würde ſich ebenfalls nie entzünden können, wenn es in engen, z. B. einen ſiebentel Zoll im Durchmeſſer haltenden Röhren eingeſchloßen wäre. Hiernach wurde es klar, daß Metallröhren leichter dieſe Wirkung erzeugen müßten als Glasröhren, und Davy überzeugte ſich wirklich, daß Röhren von einem ſiebentel Zoll auf dritthalb Zoll Länge die Steinkohlengasflamme nicht durchlaſſen. Er verſuchte hierauf die Röhren zu verkürzen, indem er ihren Durchmeſſer verminderte, wie es ſchon die Theorie angeben mußte, und er kam ſo weit, daß er ſich überzeugte, daß ſehr dünne Metallplatten, mit Löchern von einem hundertſtel Zoll durchbohrt, die Flamme nicht mehr durchließen. Es war nur ein Schritt von hier zur Anwendung eines Metallgewebes oder Gitters und die Erfindung der Sicherheitslampen war gemacht.

479. Man nehme nun eine gewöhnliche Laterne, bei welcher alle Öffnungen für die ein und ausſtrömende Luft entweder durch ſehr enge Metallröhrchen oder durch Metallplatten, die parallel und ſehr enge beiſammen ſtehen oder durch ſehr fein durchlöcherte Metallplatten, oder durch ein ſehr enges Metallgewebe gebildet werden; in allen dieſen Fällen kann das detonirende Gemenge, welches in die Laterne gelangt, ſehr leicht Feuer fangen; die Flamme wird ſich jedoch niemals nach außen weiter mittheilen; ſie wird beim Durchtreten durch die engen Zwiſchenräume, welche allein ihre Verbindung mit der äußern Luft vermitteln, verlöſchen. Unter allen dieſen Apparaten iſt der einfachſte und den Stößen, Verderbniſſen durch Feuchtigkeit ꝛc. am wenigſten ausgeſetzte, derjenige, welcher in einer einfachen Öllampe beſteht, deren Flamme in eine Röhre aus einem feinen Gitter von Metalldrath gefertigt eingeſchloßen iſt; dieſer iſt gegenwärtig allein im Gebrauch. Die Vortheile, welche er darbietet, ſind in Baillet's Bericht, woraus wir im Nachſtehenden das Wichtigſte anführen, mit vieler Klarheit aus einander geſetzt; die Vorſchriften beruhen auf einer verſtändigen Theorie und einer ſchon ziemlich langen Erfahrung:

„Dieſe, nach den weiter unten angegebenen Dimenſionen und Vorſichtsmaaßregeln gefertigte Lampe gewährt dem Arbeiter alle erwünſchte Sicherheit und ſie kann dazu dienen alle Stollen und alle Anbruchsorte, wo man die Gegenwart vom Kohlenwaſſerſtoffgas zu fürchten hat, zu beleuchten. Sie hat den Vortheil, daß, wenn das Gas ſich erneuert und ſich nicht fortwährend mit der Atmosphäre der Grube mengt, ſie es nach und nach verbrennt und die Quantität ſo weit reduzirt, daß keine Exploſion mehr möglich iſt.

„Wenn im Gegentheil dieß Gas fortwährend zuſtrömt und in ſolcher Menge, daß es nicht geſchwind genug verzehrt werden kann, ſo liefert die Lampe gewiße Zeichen, woraus der Zuſtand der Grubenluft erkannt werden kann; ſie giebt die Gefahr an, die der Arbeiter bei längerem Verweilen haben könnte, und lehrt ihn auf dieſe Weiſe kennen, wann er ſich zurückziehen muß. Fängt das entzündliche Gas an, ſich mit der gewöhnlichen Luft in den kleinſten Verhältniſſen zu mengen, ſo wächſt dadurch zuvörderſt die Länge und Dicke der Flamme. Bildet dieß Gas den zwölften Theil des Volums der Luft, ſo füllt ſich der Zylinder mit einer ſehr ſchwachen blauen Flamme, in deren Mitte man die Flamme des Dochts unterſcheidet. Bildet das Gas den ſechſten oder den fünften Theil des Volums der Luft, ſo hört die Flamme des Dochts auf ſichtbar zu ſeyn; ſie verliert ſich in der des Gaſes, welches den Zylinder anfüllt und deren Licht ziemlich glänzend iſt. Endlich, wenn das Gas den dritten Theil des Volums der Luft ausmacht, ſo verlöſcht die Lampe völlig; die Arbeiter dürfen jedoch nicht ſo lange warten, ehe ſie ſich zurückziehen.

„Wir haben erwähnt, daß, ſobald die Luft der Grube exploſiv geworden iſt, d. h. wann ſie den zwölften oder dreizehnten Theil vom Kohlenwaſſerſtoffgas enthält, der Zylinder der Lampe augenblicklich mit der Flamme dieſes Gaſes ſich anfüllt und das Licht dieſer Flamme dann an Intenſität zunimmt, in dem Maaße als die Gasmenge ſich vermehrt; die Arbeiter müßen daher fortwährend dieß als Zeichen beachten: die Lampe muß deshalb ihr Schutzmittel ſeyn und giebt ihnen einen Fingerzeig ab, ob ſie die Grube ſo lange ver-

laſſen müſſen, bis man wieder eine größere Menge atmosphäriſcher Luft hinein gelangen laſſen kann.“

480. Es ſcheint, daß ein Apparat mit ſo vielen merkwürdigen Eigenſchaften ſeinem Erfinder hätte genügen ſollen; allein während ſich Davy mit Unterſuchungen über die Flamme beſchäftigte, hatte er Gelegenheit eine Thatſache zu bemerken, welche die Quelle einer ſehr merkwürdigen Vervollkommnung in der Verfertigung der Sicherheitslampen wurde. Wir haben ſchon erwähnt, daß die glühende Kohle, das glühende Eiſen, ſo wie viele andre Körper detonirende Gemenge nicht entzünden. Im erſten Anfang könnte es ſcheinen, daß dieß eine allgemeine Eigenſchaft ſeyn müßte, was auch der Fall ohne Zweifel wäre, wenn man nur die Wirkung der Temperatur betrachtete; es giebt jedoch einige Körper, welche ſchon bei der gewöhnlichen Temperatur die Entzündung von detonirenden Gasgemengen bedingen, indem ſie ſich ſelbſt bis zum Glühen erhitzen. Dieß iſt der Fall beim Platinſchwamm; der Platindraht bringt dieſe Wirkung nur hervor, ſobald er zuerſt ſelbſt erhitzt wurde; dann behält er aber ſeine Temperatur; dieſe nimmt ſelbſt noch zu und reicht hin, die Detonation des Gaſes hervorzubringen, wenn daſſelbe ein Gemenge im paſſenden Verhältniß darſtellt. So wird ein ſpiralförmiger Platindraht, welcher in der gewöhnlichen Luft dunkel bleibt, in einem detonirenden Gemenge plötzlich glühend; hieraus ſieht man, daß die Drathgitter nicht aus jeder Art von Metall gefertigt ſeyn dürfen. Meſſing und Eiſen ſind die geeignetſten, das Platin dagegen und die edlen Metalle ſind im Allgemeinen verwerflich.

Es wurde bereits geſagt, daß, wenn das Volum des Kohlenwaſſerſtoffgaſes den dritten Theil der atmosphäriſchen Luft beträgt, die Lampe augenblicklich verlöſcht; aber dann bietet ſie den Arbeitern ein neues Hilfsmittel dar, wenn man ins Innere des Zylinders, über oder um den Docht, mehrere ſpiralförmig gewundene Platindrähte anbringt, deren Dicke ohngefähr drei Zehntheile eines Millimeters beträgt. Dieſe Platindrähte erlangen bald einen hohen Wärmegrad und behalten ihn auch, ſo lange die Lampe brennt und das in der Grubenluft verbreitete Kohlenwaſſerſtoffgas

verzehrt; ſobald aber das ohne Aufhören zuſtrömende Gas das Drittheil des Volums der Luft beträgt und ſo die Flamme der Lampe auslöſcht, erſcheint plötzlich das Platin glühend und verbreitet einen Glanz, der hinreicht, die Arbeiter auf ihrem Rückweg zu geleiten.

Dieß Phänomen findet nicht mehr Statt, ſobald die Proportion des Gaſes zwei Fünftheile des Volums der atmosphäriſchen Luft beträgt; das Platin hört dann auf zu glühen, es verliert nach und nach ſeine hohe Temperatur, aber es erhält ſie wieder, ſobald man früh genug in einen Theil der Grube kommt, wo ſich verhältnißmäßig mehr atmosphäriſche Luft befindet. Das Platin wird bald glühend; es entflammt das Gas im Innern des Zylinders, wenn das Luft- und Gasgemenge exploſiv iſt, und das brennende Gas entzündet dann wiederum den Docht der Lampe. Dieß merkwürdige Mittel zur Beleuchtung in einem Fall, wo alle übrigen Lichter verlöſchen, kann zuweilen den Arbeitern dienen, ſich entweder nach gewiſſen Orten einer Grube zu begeben, deren Windungen ſie nicht kennen, oder um ſich wechſelſeitig Hilfe zu leiſten, oder um nach dem Glanz des Drahtes den Zuſtand der Grubenluft zu beſtimmen. Es wäre daher wünſchenswerth, daß die Grubenmeiſter oder die Steiger Lampen, inwendig mit ſpiralförmigem Platindraht verſehen, beſäßen.

Der ſpiralförmige Platindraht kann 4 oder 5 Centimeter oberhalb des Dochts aufgehängt werden, und, in dieſem Fall, muß er von einem ſtarken Platindraht, oder auch von einem ſilbernen, kupfernen oder eiſernen Draht getragen werden, der ſo auf die Platte des Dochtträgers befeſtigt iſt, daß man ihn bei Reinigung der Lampe leicht entfernen kann. Der ſpiralförmige Platindraht kann auch unten in der Lampe um den Docht herum angebracht werden. (Siehe Taf. 13. fig. 19. und 20.)

481. Man macht den Sicherheitslampen einen gegründeten Vorwurf. Sie verurſachen nämlich einen Verluſt des Lichts, der ohngefähr ein Fünftheil beträgt, wegen der Dichtigkeit des Metallgewebes, welches die Flamme einſchließt. Man kann dieſen Fehler verbeſſern, indem man hinter der

Flamme einen gewöhnlichen Reflektor von Zinn anbringt (fig. 21). Dieſer Reflektor muß im Innern des Drahtzylinders angebracht werden, damit er beſſer ſeinen Zweck erfüllt und auch um die abkühlende Kraft des Apparats zu vermehren.

482. Wenn die Grubenarbeiter lange Zeit in einer Grube arbeiten müſſen, deren Atmosphäre explosiv iſt, ſo iſt zu befürchten, daß die länger fortgeſetzte Verbrennung des Gaſes in der Laterne das Drahtnetz des Zylinders ſo ſehr erhitzt, daß es ſich verändert oder durchlöchert wird. Man beugt dieſem üblen Umſtand vor, wenn man ſich einer Lampe mit doppeltem Zylinder oder auch Lampen mit einfacher Umgebung bedient, deren Drahte wieder aus zwei oder mehreren gewundenen und engeverbundenen Drahten beſtehen, oder man gebraucht eine Lampe, deren Zylinder aus Kupferblech beſteht, das mit ſehr kleinen rechtwinklichen Öffnungen durchbohrt iſt (Taf. 13. fig. 15), oder endlich ſelbſt eine gewöhnliche Sicherheitslampe, deren Obertheil mit einer zweiten Umhüllung (fig. 10) verſehen iſt und welche man in eine gewöhnliche Glas- oder Hornlaterne ſtellt, von welcher man die Thüre abgenommen hat.

483. Die Form der Sicherheitslampen kann ſehr verſchieden ſeyn; die auf Tafel 13 abgebildeten aber vereinigen den Vortheil der Dauerhaftigkeit mit der Einfachheit und Wohlfeilheit der Einrichtung. Man unterſcheidet drei Haupttheile: 1) den Ölbehälter; 2) die für die Flamme undurchdringliche Umhüllung; 3) das Gehäus, welches dazu dient, um die Umhüllung auf dem Ölbehälter zu befeſtigen und dieſelbe gegen jeden Stoß zu ſichern.

a. Ölbehälter. Er iſt zylindriſch, breiter als hoch, damit das Öl, welches er enthält, weniger weit von dem angezündeten Ende des Dochts entfernt iſt und denſelben leicht Nahrung geben kann, ſelbſt wenn er ſchon faſt ganz verzehrt iſt. Der obere Boden dieſes Behälters iſt von einer cirkelförmigen, 18 bis 20 Millimeter im Durchmeſſer haltenden Öffnung durchbohrt, welche von der horizontalen Platte des Dochtträgers zugedeckt wird, und darüber befindet ſich ein

zylindriſcher Ring b, deſſen innere vertikale Fläche einen Schraubengang hat.

„Gewöhnlich dient eine äußere Röhre c (fig. 1 und 2) dazu, das Öl in den Behälter zu führen; ihre untere Öffnung nähert ſich dann ſo ziemlich dem Boden, um immer unter der Oberfläche des Öls zu ſeyn, ſelbſt wenn es nur noch einige Millimeter hoch ſteht; ihre äußere Öffnung kann man mit einer Schraube von Kupfer verſchließen. Zuweilen nimmt man ſtatt der geraden Röhre eine im Innern des Behälters heberförmig gebogene (fig. 3), damit immer Öl im Grund der Röhre bleibt und keine nach außen offene Communication Statt findet, ſelbſt wenn der Stöpſel weggenommen iſt und man Öl in die Lampe gießt; dieß Mittel würde jedoch nicht verhindern, daß eine Detonation im Innern des Gehäuſes das Öl aus der Röhre treibt und man muß daher den Stöpſel des Öls nicht öffnen, wann die Grubenluft detonirend iſt. Es iſt noch beſſer dieſe äußere Röhre ganz und gar wegzulaſſen, wie man es fig. 10 und 11 ſieht: man gießt dann das Öl durch die Öffnung, welche die horizontale Platte des Dochtträgers bedeckt.

„Eine Röhre d, an beiden Enden offen, wird auf den Boden des Ölbehälters angelöthet und erhebt ſich bis über die Scheibe des Dochtträgers, durch welche ſie hindurch geht. Sie iſt beſtimmt einen runden Stab e zu umfaſſen, der ſie vollkommen ausfüllt und deſſen oberes Ende hakenförmig gebogen iſt, um zur Regulirung, Hebung, Senkung, zum Puzzen oder Auslöſchen des Dochts zu dienen. Das untere Ende dieſes Stabs iſt rechtwinklich gebogen, damit man ihn auf der kleinen Zunge oder Platte f, deren eines Ende frei, das andre an den Behälter angelöthet iſt, ſtellen und feſthalten kann.

„Eine andre Röhre g geht durch beide Boden des Ölbehälters und iſt daran hermetiſch feſtgelöthet; ſie dient zum Durchgange eines Schraubenſtifts (fig. 17), welcher die Laterne geſchloſſen erhält und ſie nur mit dem Schlüſſel (fig. 16) öffnen läßt, der auf den Kopf dieſes Schraubenſtifts paßt. Eine Platte u, welche ſich um einen Nietnagel dreht, dient dazu, die Öffnung dieſer Röhre zu verſchließen und verhin-

dert die Erde und den Schmutz hinein zu kommen (fig. 11 und 13).

Der Dochtträger h beſteht in einer kleinen vertikalen Röhre von 5 Millimeter Durchmeſſer und 30 Millimeter Länge; er iſt in den Mittelpunkt einer horizontalen Scheibe i angelöthet, welche 45 Millimeter im Durchmeſſer hat. Er hat auf der Seite, etwas unter ſeinem obern Ende, eine rechtwinkliche Öffnung k, um daſelbſt nach Belieben den Haken, der zum Aufſchieben oder zum Reinigen des Dochtes dient, hineinzubringen (Siehe fig. 8 und 9).

484. Die Umhüllung l aus einem Metallgewebe, welches 140 Öffnungen auf den Quadratcentimeter enthält, hat die Geſtalt eines etwas koniſchen Zylinders, weswegen es leicht iſt, ſie in das ſpäter noch zu erwähnende Gehäuſe zu bringen und leichter wieder daraus zu nehmen, um ſie zu bürſten und zu reinigen.

„Ihre Höhe beträgt 15 bis 17 Centimeter; ihr oberes Ende hat 35 Millimeter im Durchmeſſer und wird durch einen Boden von demſelben Metallgewebe verſchloſſen; ihr unteres Ende hat 38 bis 40 Millimeter im Durchmeſſer. Es iſt offen und ſein Rand nach außen umgebogen auf eine Breite von 2 bis 3 Millimeter, wie man es fig. 6 ſieht; oder, was beſſer iſt, dieſer untere Rand iſt durch ein eiſernes Drahtband in einen Ring oder Zwinge von Kupfer n fig. 14 eingeſpannt. Dieſer Ring gewährt den Vortheil, den untern Rand der Umhüllung kreisförmig zu erhalten und verhindert, die Umhüllung abzunehmen, ohne daß man das Gehäuſe auseinander nimmt.

„Die verſchiedenen Dimenſionen, welche wir ſo eben angegeben haben, ſind auch die paſſendſten; denn in größeren Zylindern erhitzt die Verbrennung des entzündlichen Gaſes viel zu ſehr den obern Theil derſelben und kann raſch eine ſtarke Glühhitze herbeiführen, wodurch dann das Metallgewebe in kurzer Zeit verdorben und durchlöchert würde und die Exploſion nicht mehr verhüten könnte.

„Es iſt gut, um dieſen Übelſtand in allen Fällen zu vermeiden, ſelbſt bei kleinen Zylindern den obern Theil der zylindriſchen Umhüllung durch eine zweite Hülle o zu be-

decken, die eine Länge von 3 bis 4 Centimeter hat und deren Boden 12 bis 15 Millimeter über den Boden der erſtern ſteht.

„Da wo dieſe Umhüllungen ihre Verbindungsſtellen haben, müſſen ſie doppelt ſeyn oder die Ränder müſſen übereinander geſchlagen werden, damit keine größere Öffnung als die Zwiſchenräume des Gewebes vorhanden iſt; auch muß man den Rand der zweiten Umhüllung ſorgfältig anmachen, damit er immer auf dem erſtern feſt anliegt und ſich nicht davon lostrennen kann, ſelbſt wenn er verbogen oder verunſtaltet würde.

Anſtatt die zweite Umhüllung aus Metallgewebe anzubringen, wie wir erwähnten, kann man auf den obern Theil der erſten Umhüllung l einen zylindriſchen Aufſatz von Kupfer p befeſtigen, welcher drei Centimeter lang und mit Löchern durchbohrt iſt, welche eben ſo klein als die Maſchen des Metallgewebes ſind (fig. 6).

485. Das Gehäuſe q beſteht aus vier, oder beſſer aus fünf dicken Eiſendrähten, welche 18 bis 19 Centimeter lang und mit ihrem untern Ende auf den Rand eines kupfernen Rings r befeſtigt ſind, mit ihrem andern Ende aber auf eine blecherne Scheibe s, von 7 bis 8 Centimeter Durchmeſſer.

Der Ring r hat auf ſeiner verticalen äußern Oberfläche vier oder fünf Schraubenwindungen (fig. 7. und 14. bis).

Die Scheibe s iſt hinreichend breit, um den Zylinder und den Ölbehälter zu bedecken und zu verhindern, daß die Waſſertropfen, welche von oben herabfallen, nicht in die Laterne dringen und die Lampe auslöſchen; ſie iſt mit einem Ring und mit einem Haken t verſehen, um die Lampe mit der Hand halten zu können oder ſie ins Knopfloch des Kleides oder ſonſt wo zu befeſtigen.

Man ſchiebt den Zylinder aus Metallgewebe in dieß Gehäuſe, bis ſein unterer Rand m oder die Zwinge n, auf welchem dieſer Rand befeſtigt iſt, den Ring r berührt; dieſen Ring ſchraubt man dann in die Schraubenmutter des Ölbehälters und befeſtigt ſo zu gleicher Zeit das Gehäuſe,

den Zylinder und den Dochtträger und hält ſie an ihrer Stelle.

Obgleich wir die vorſtehende Beſchreibung faſt wörtlich aus Baillets Aufſatz genommen, ſo können wir doch allen, welche weitere Aufklärung über dieſen Gegenſtand wünſchen, das weitere Nachleſen deſſelben nicht genug empfehlen. Außer dem officiellen Character dieſes Aufſatzes, welcher ſchon Bürge für ſeine Genauigkeit iſt, findet man noch einen ſicherern in der edlen Beharrlichkeit, mit welcher ſich Baillet ſeit ſo vielen Jahren mit Allem beſchäftigt, was ſich auf dieß traurige Exploſionsphänomen der ſchlagenden Wetter bezieht.

486. Wir haben weiter oben die Anwendung des Chlorkalks als ein Mittel, die Grubenluft zu reinigen, erwähnt. Man hat ihn zu dieſem Behufe in England angewendet und man glaubte gute Wirkungen davon verſpürt zu haben. Um ſich deſſelben zu bedienen, wirft man am Abend in die Grubenorte, welche man reinigen will, einige Kilogramme wohl präparirten Chlorkalk; es ſcheint, daß man mittelſt dieſer Vorſicht alles entzündliche Gas, welches ſich entwickelt, abſorbiren oder zerſtören kann. Es bedarf dieſer Verſuch noch der Beſtätigung, jedoch glaubten wir ihn zur Beachtung für die Grubenbeſitzer angeben zu müſſen. Es iſt leicht dieſen Verſuch zu wiederholen; man darf nur einige Flaſchen voll entzündliches Gas ſammeln und dieſelben eine Zeit lang der Wirkung des Chlorkalks ausſetzen.

Kohlenwaſſerſtoff.

(Synonyme. Ölbildendes Gas. Franz. Hydrogène carboné, Gaz oléfient.)

487. Eigenſchaften. Es iſt ein farbloſes Gas, von empyreumatiſchem Geruch und wenig löslich im Waſſer; es löſcht brennende Körper aus und entzündet ſich in Berührung mit der Luft durch eine angezündete Kerze. Es brennt dann mit einer weißen und rußenden Flamme. Seine Dichtigkeit beträgt 0,9852.

Durch Glühhitze wird es in Kohle, die ſich abſetzt und Halbkohlenwaſſerſtoffgas oder Waſſerſtoffgas zerlegt. Daſ-

ſelbe bewirkt die Electrizität. Durch feſtgeſetztes Durchſchlagen electriſcher Funken verwandelt es ſich in Kohle und Waſſerſtoff.

Mit Sauerſtoffgas oder atmosphäriſcher Luft gemengt, detonirt es unter Einwirkung der Electrizität oder eines brennenden Körpers. Dadurch entſteht Waſſer und Kohlenſäure. Der Schwefel bei beginnender Glühhitze damit in Berührung gebracht, präzipitirt den Kohlenſtoff und bildet Schwefelwaſſerſtoffſäure.

Das Chlor wirkt auf mannigfaltige Weiſe auf dieſes Gas. Mengt man 2 Vol. Chlor und 1 Vol. Kohlenwaſſerſtoffgas und ſetzt das Gemenge der Einwirkung der Sonnenſtrahlen oder einer angezündeten Kerze aus, ſo detonirt es, indem es zu gleicher Zeit Chlorwaſſerſtoffſäure bildet und Kohle abſetzt. Beſteht dagegen das Gemenge aus gleichen Maaßtheilen Chlor und Kohlenwaſſerſtoffgas und man überläßt es ſich ſelbſt an einem dunklen Ort oder bei zerſtreutem Licht, ohne die Temperatur zu erhöhen, ſo verbinden ſich beide Gasarten und erzeugen eine Verbindung von öligem Anſehen, in welcher ſich beide Gasarten in den angeführten Verhältniſſen befinden. Dieſe Verbindung iſt eine Art Äther, von welchem ſpäter die Rede ſeyn wird. Wird dieſer Äther ſelbſt mit einem Überſchuß von Chlor unter Einfluß der Sonne in Berührung gebracht, ſo erzeugt ſich Chlorwaſſerſtoffgas und Chlorkohlenſtoff.

Das Jod bringt mit dieſem Gas ebenfalls eine Art Äther hervor, aber nur unter dem ziemlich lange fortgeſetzten Einfluß der Sonnenſtrahlen. Beide Körper verbinden ſich zuletzt ohne weitere Reaktion miteinander.

Das Kohlenwaſſerſtoffgas wirkt nicht auf die Farben. Es ſpielt jedoch die Rolle einer mächtigen Baſe. Es neutraliſirt vollkommen die Eigenſchaften der ſtärkſten Säuren, wie Schwefelſäure, Chlorwaſſerſtoffſäure, Jodwaſſerſtoffſäure, Eſſigſäure ꝛc. Es bildet mit den meiſten unter ihnen vollkommen neutrale Verbindungen, obſchon dieſe ſehr reich an Säure ſind; wir wollen ſie ſpäter betrachten.

Gewöhnlich werden die Verbindungen dieſer Art, welche unter dem Namen von Äther bekannt ſind, nur unter

beſondern Umſtänden gebildet; aber die Schwefelſäure kann ſich im konzentrirten Zuſtand direkt mit dem Kohlenwaſſerſtoffgas verbinden. Faraday hat wirklich gefunden, daß konzentrirte Schwefelſäure, mit dieſem Gas in Berührung gebracht, es raſch abſorbirt, ſo daß ſie in 18 Tagen 85mal ihr Volum aufnahm, wobei ſie einen Theil ihrer Sättigungscapacität verlor. Dieſe Säure iſt die einzige, welche ſich direkt mit dem Gas verbindet.

488. Zuſammenſetzung. Das Kohlenwaſſerſtoffgas wird gebildet aus:

2 At. Kohlenſtoff	= 75,33	oder	85,80
2 At. Waſſerſtoff	= 12,48		14,20
1 At. Kohlenwaſſerſtoffgas	= 87,81		100,00

Das heißt aus 2 Volum dampfförmigen Kohlenſtoff und 2 Vol. Waſſerſtoffgas zu einem Volum kondenſirt; man kann dieß leicht nachweiſen, indem man 1 Vol. Kohlenwaſſerſtoffgas und 5 Vol. Sauerſtoffgas in einem Queckſilbereudiometer mittelſt des elektriſchen Funkens detoniren läßt. Es bleiben 4 Vol. eines Rückſtands übrig, welcher aus Kohlenſäure und Sauerſtoff beſteht. Da die Kohlenſäure ein dem ihrigen gleiches Volum Sauerſtoffgas repräſentirt, ſo fehlt 1 Vol. des angewendeten Sauerſtoffs, welches, indem es Waſſer bildete, 2 Volum Waſſerſtoffgas abſorbiren mußte; außerdem abſorbirt das Kali aus dem nach der Detonation verbleibenden Gasrückſtand noch 2 Volume; dieß iſt Kohlenſäure, welche auch wieder 2 Vol. gasförmigen Kohlenſtoff vorſtellt. Das Volum des angewendeten Kohlenwaſſerſtoffgaſes beſteht folglich aus 2 Vol. Waſſerſtoffgas und 2 Vol. Kohlenſtoffdampf, zu einem einzigen Volum verdichtet.

489. Bereitung. Sie iſt ſehr einfach. Man nimmt einen Gewichtstheil Alkohol und drei und ein halb Gewichtstheil konzentrirte Schwefelſäure. Man bringt den Alkohol in eine Glasretorte, fügt nach und nach die Schwefelſäure hinzu und ſchüttelt jedesmal um, nachdem man eine Partie der Letztern hinzugebracht hat, um eine zu heftige Wärmeentwicklung zu vermeiden. Man befeſtigt an die Retorte eine gebogene Röhre, welche ins Waſſer reicht und ſtellt die Retorte auf einen Ofen, wo ſie ſo lange erhitzt wird, bis die

Flüſſigkeit ins Kochen kommt. Nun fängt das Kohlenwaſſerſtoffgas an ſich zu entwickeln, welches man hierauf unter Waſſer in Flaſchen auffängt. Die anfangs wenig gefärbte Flüſſigkeit nimmt in der Folge allmählig eine braune Farbe an und gegen das Ende der Operation iſt das ſich entbindende Kohlenwaſſerſtoffgas mit viel ſchweflichter Säure und Kohlenſäure gemengt. Bald bilden ſich weiße Dämpfe, welche das Gas begleiten; die in der Retorte enthaltene Flüſſigkeit wird ſchwarz, bläht ſich auf und ſteigt in die Röhre, wenn man nun den Apparat nicht vom Feuer nimmt.

Dieſe verſchiedenen Phänomene laſſen ſich ziemlich gut durch folgende Theorie erklären, welche jedoch in der Folge in ihren Einzelheiten ſehr modifizirt werden muß. Der Alkohol wird aus 1 Atom Waſſer und 1 Atom Kohlenwaſſerſtoffgas gebildet. Die angewendete Schwefelſäure bemächtigt ſich des Waſſers und macht das Kohlenwaſſerſtoffgas zu Anfang der Operation frei. Der Siedepunkt des Gemenges ſteigt nach und nach in dem Maaße, als der Alkohol zerſtört wird und es tritt ein Zeitpunkt ein, wo das Kohlenwaſſerſtoffgas im Entſtehen die Schwefelſäure zerſetzt, Waſſer, ſchwefelichte Säure, Kohlenſäure und einen Niederſchlag von Kohle bildet. Dieſe Reaktion wird zuletzt ſehr lebhaft, daher kommt das Aufblähen der Flüſſigkeit, womit die Operation endigt.

Es bilden ſich dabei noch verſchiedene Produkte, welche man als zufällig betrachtete, nämlich: etwas Schwefeläther, ſüßes Weinöl und doppeltſchwefelſaurer Kohlenwaſſerſtoff (Schwefelweinſäure). Da die beiden erſtern flüchtig ſind, ſo begleiten ſie das Gas, das dritte wird wieder zerſtört oder bleibt in der Retorte zurück.

Bei Betrachtung des Schwefeläthers werden wir auf dieſe Phänomene zurückkommen. Gegenwärtig wollen wir ſehen, wie man das Kohlenwaſſerſtoffgas von den verſchiedenen Stoffen befreit, mit welchen es gemengt iſt. Es enthält ſchweflichte Säure, Kohlenſäure, Schwefeläther und ſüßes Weinöl. Mittelſt einer ſtarken Auflöſung von Kali entfernt man die beiden Säuern. Man kondenſirt ſodann den Ätherdampf, ſo wie den ſüßen Weinöldampf, indem man

das Gas mit etwas ſchwachen Alkohol ſchüttelt, welcher dieſe Körper auflöst. Zuletzt ſchüttelt man es noch mit etwas Waſſer, um es vom Alkoholdampf zu befreien, und nun kann man es als rein betrachten.

490. Benützung. Im reinen Zuſtande wird es nicht benützt; doch hat es eine vielfache Anwendung in ſeinen verſchiedenen Formen, unter welchen es vorkömmt.

Mit verſchiedenen Kohlenwaſſerſtoffverbindungen gevermengt, gebraucht man es zur Gasbeleuchtung. Mit Waſſer bunden, bildet es Alkohol und Schwefeläther; mit verſchiedenen Säuern bildet es zuſammengeſetzte Ätherarten und ſelbſt vielleicht verſchiedene Zuckerarten, wenn es mit Kohlenſäure verbunden iſt. In der organiſchen Chemie ſpielt dieſer Körper ſtets eine bedeutende Rolle und wir werden ſehr häufig nöthig haben, ſeine Eigenſchaften uns ins Gedächtniß zurückzurufen, ſobald uns dieſer Theil der Wiſſenſchaft beſchäftigen wird.

491. Außer den beiden beſchriebenen Gaſen bildet das Waſſerſtoffgas mit dem Kohlenſtoff verſchiedene andere Verbindungen, welche wir ſorgfältig betrachten wollen; einige davon werden zur Gasbeleuchtung gebraucht, andere werden uns ſpäter dazu dienen, um viele äußerſt intereſſante Erſcheinungen zu erklären.

Waſſerſtoffkohlenſtoff.

(Carbure d'hydrogéne.)

492. Dieſer Name iſt, wie man ſieht, der umgekehrte von Kohlenwaſſerſtoff. Die Subſtanz, die wir näher kennen lernen wollen, iſt eben ſo zuſammengeſetzt, hat aber verſchiedene Eigenſchaften.

Der Waſſerſtoffkohlenſtoff enthält:

4 At. Waſſerſtoff	= 24,96	oder	14,20
4 At. Kohlenſtoff	= 150,66		85,80
1 At. Waſſerſtoffkohlenſtoff	= 175,62		100,00

Dieſer Körper iſt demnach aus 4 Vol. Waſſerſtoff und 4 Vol. Kohlenſtoffdampf gebildet, welche zu einem Volum verdichtet ſind. Es iſt folglich Kohlenwaſſerſtoffgas mit doppelt ſtarker Verdichtung.

Dieſer Stoff iſt bei — 18° C flüſſig; er iſt farblos, ſeine Dichtigkeit iſt 0,627 bei einer Temperatur von 12° C. Es iſt die leichteſte aller bekannten Flüſſigkeiten. Beim gewöhnlichen Druck ſiedet der Stoff bei einigen Graden unter O und erzeugt ein Gas, welches man über Queckſilber auffangen und aufbewahren kann. Das Gas iſt farblos; ſeine Dichtigkeit beträgt 1,9264 oder ungefähr das doppelte des Kohlenwaſſerſtoffgaſes.

Dieß Gas oder dieſer Dampf iſt wenig löslich in Waſſer, ſehr löslich dagegen im Alkohol, welcher es wieder fahren läßt, wenn man die Auflöſung mit Waſſer verdünnt. Das Gas entweicht nachher mit lebhaftem Aufbrauſen. Das Olivenöl löst ohngefähr das ſechsfache ſeines Volums auf. Die Alkalien wirken nicht auf daſſelbe, eben ſo wenig die Chlorwaſſerſtoffſäure.

Die Schwefelſäure dagegen abſorbirt viel davon, ohngefähr das hundertfache ihres Volums; ſie wird dabei braun gefärbt und es findet Wärmeentwickelung ſtatt. Jedoch bildet ſich keine ſchweflichte Säure. Dieſe Säure wird trüb, wenn man Waſſer zuſetzt, dabei entwickelt ſich jedoch kein Gas. Es hat ſich eine wirkliche chemiſche Verbindung zwiſchen der Säure und dem Waſſerſtoffkohlenſtoff gebildet, wobei die Säure einen Theil ihrer Sättigungscapacität verlor.

Das Chlor bildet mit dieſer Verbindung zweierlei verſchiedene Verbindungen. Die erſte enthält gleiche Volume von Chlorgas und gasförmigem Waſſerſtoffkohlenſtoff; mengt man beide Gaſe, ſo bildet ſich dieſe Verbindung raſch unter Wärmeentwickelung. Sie hat ein öliges Ausſehen. Wird ſie dem direkten Einfluß der Sonnenſtrahlen in einer Chloratmosphäre ausgeſetzt, ſo verwandelt ſie ſich in Chlorwaſſerſtoffſäure und in eine klebrigte Verbindung, welche ebenfalls Chlor, Waſſerſtoff und Kohlenſtoff enthält. Es bildet ſich kein Chlorkohlenſtoff, woraus man ſieht, daß der Waſſerſtoffkohlenſtoff, obgleich er auf ähnliche Weiſe wie der Kohlenwaſſerſtoff wirkt, demohngeachtet Verbindungen giebt, deren Miſchungsverhältniſſe ſehr von einander abweichen.

An der Luft mit einem brennenden Körper in Berührung gebracht, fängt der dampfförmige Waſſerſtoffkohlenſtoff

Feuer, brennt mit heller Flamme und verwandelt ſich in Waſſer und Kohlenſäure. Mit überſchüßigem Sauerſtoffgas gemengt, detonirt er beim Durchſchlagen des elektriſchen Funkens. Jedes Volum Dampf bedarf 6 Vol. Sauerſtoff und erzeugt 4 Vol. Kohlenſäure; dieß zeigt, daß 2 Vol. Sauerſtoff zur Bildung des Waſſers verwendet wurden. Der Dampf wurde daher aus 4 Vol. Waſſerſtoff und 4 Vol. Kohlenſtoffdampf gebildet, wie dieß weiter oben feſtgeſtellt wurde.

Anderthalb-Kohlenwaſſerſtoff.

(Sesqui-carbure d'hydrogéne.)

493. Er iſt flüſſig, ſelbſt bei 18° unter O; ſeine Dichtigkeit iſt gleich 0,86 bei 15° C. Er ſiedet erſt bei 85° C. Die Dichtigkeit ſeines Dampfes iſt ohngefähr 2,96; ſie ſollte eigentlich 2,807 ſeyn. Dieſe Verbindung unterſcheidet ſich nur dadurch von der folgenden in ihren Reaktionen, daß die Schwefelſäure ſtark darauf wirkt, wobei viel Wärme frei wird. Es erzeugt ſich eine ſchwarze dicke Säure und eine gelbe leichtere Flüſſigkeit, worauf die Schwefelſäure bei der gewöhnlichen Temperatur keine Wirkung äußert.

Der Anderthalb-Kohlenwaſſerſtoff enthält:

6 At. Kohlenſtoff	=	225,99 oder	90,02
4 At. Waſſerſtoff	=	25,96	9,98
1 At. Anderthalb-Kohlenwaſſerſtoff	=	251,95	100,00

Zweifach-Kohlenwaſſerſtoff.

(Bi-carbure d'hydrogéne.)

494. Bei der gewöhnlichen Temperatur iſt es eine farbloſe, durchſichtige Flüſſigkeit, von empyrenmatiſchem Geruch, der etwas an den der Mandeln erinnert. Seine Dichtigkeit bei 15,5° iſt 0,85. Bis O° erkaltet, kryſtalliſirt er und bei — 18°, wird er ſpröde, pulverig und faſt von der Härte des Zuckers. Er ſchmilzt bei 5,5° und ſiedet bei 85,5°. Die Dichtigkeit ſeines Dampfes iſt 2,752; man hätte zwar nur 2,738 finden ſollen, aber der Unterſchied iſt doch nu ſehr unbedeutend.

Dieſer Körper leitet die Elektrizität nicht; er wird von der Glühhitze in Kohlenſtoff und Halbkohlenwaſſerſtoff zer-

ſetzt. Bei der Annäherung eines brennenden Körpers fängt er Feuer und brennt mit heller, aber ſehr rußender Flamme. In Berührung mit Sauerſtoff gebracht, liefert er Dampf genug, um mit dieſem Gaſe ein ſehr detonirendes Gemenge zu geben.

Chlor mit Zweifach-Kohlenwaſſerſtoff in eine Retorte gebracht, übt auf denſelben nur eine ſchwache Wirkung aus, es ſey denn man ſetzt das Gemenge dem Sonnenlichte aus; es bilden ſich dann dicke Dämpfe, ohne daß ſich viel Wärme dabei entwickelt. Man erhält viel Chlorwaſſerſtoffſäure und zwei andre Subſtanzen: die eine iſt feſt und kryſtalliſirt, die andre tropfbar, dick und ſchwer, keine von beiden iſt im Waſſer löslich, beide ſind es aber im Alkohol; die flüſſige Subſtanz löst ſich leicht, die feſte ſchwerer; es ſcheinen Trippelverbindungen zu ſeyn von Chlor, Kohlenſtoff und Waſſerſtoff.

Das Jod, das Kalium, die alkaliſchen Auflöſungen oder die kohlenſauren Alkalien üben keine Wirkung auf den Zweifach-Kohlenwaſſerſtoff aus.

Die Salpeterſäure greift ihn ſehr langſam an; es ſcheint, daß ſich dabei Cyanwaſſerſtoffſäure bildet. Der nachher wieder mit Waſſer abgeſpülte Stoff ſcheint wenig oder keine Veränderung erlitten zu haben.

Die Schwefelſäure, welche mit dem Zweifach-Kohlenwaſſerſtoff über Queckſilber gemengt wird, übt nur eine mäßige Wirkung darauf aus. Die entwickelte Wärme iſt unmerklich; das Gemenge wird nicht ſchwarz und es bildet ſich keine ſchweflichte Säure; die Säure hat jedoch eine leichte gelbe Farbe angenommen und man ſieht auf ihrer Oberfläche eine farbloſe Flüſſigkeit, welche das Reſultat der Wirkung zu ſeyn ſcheint. Dieſe wird weder durch Waſſer noch durch eine größere Quantität Schwefelſäure angegriffen und erſtarrt bei ohngefähr 1°. Sie iſt leichter als Waſſer, auflöslich in Alkohol, woraus ſie durch etwas Waſſer niedergeſchlagen wird; ſetzt man aber eine größere Quantität hinzu, ſo löst ſie ſich wieder auf.

Der Zweifach-Kohlenwaſſerſtoff beſteht aus:

6 At. Kohlenſtoff	= 225,99	oder	92,35
3 At. Waſſerſtoff	= 18,72		7,65
1 At. Zweifach=Kohlenwaſſerſtoff	= 244,71		100,00

495. Bereitung. Die 3 zuletzt aufgeführten Kohlenwaſſerſtoffverbindungen (carbures) ſind von Faraday entdeckt worden; von ihm haben wir auch alle vorſtehenden und nachfolgenden Angaben entlehnt. Man erhält dieſe Verbindungen, indem man Öl durch Hitze zum Behufe der Gasbeleuchtung zerſetzt. Gewöhnlich bleiben dieſe Stoffe in Dampfform dem Gaſe beigemengt und tragen viel dazu bei, ſeine Flamme hell glänzend zu machen; ſobald man aber das Gas mit einem Druck von 30 Atmosphären komprimirt, wie dieß bei der Beleuchtung durch tragbares Gas der Fall iſt, ſo verdichten ſich dieſe Verbindungen und nehmen eine feſte Geſtalt an; man kann ſie dann aus dem Rezipienten herausnehmen.

Öffnet man die an dieſem Gefäße angebrachte Klappe, ſo geht anfänglich viel Waſſer heraus, dann eine ölige Flüſſigkeit, welche im erſten Augenblick unter lebhaftem Aufbrauſen kocht, was ohne Zweifel der Entwickelung von etwas Gas, mit welchem es geſättigt war, zuzuſchreiben iſt. Tauſend Kubikfuß gutes Gas liefern ohngefähr 4 Liter dieſer Flüſſigkeit, welche die drei oben beſchriebenen Kohlenwaſſerſtoffverbindungen enthält. Dieſe Flüſſigkeit iſt bald durchſcheinend und farblos, bald opaliſirend, gelb oder braun bei durchſcheinendem, grünlicht bei reflektirtem Licht. Es beſitzt den Geruch des Ölgaſes. Es kocht bei der gewöhnlichen Temperatur, verliert aber bald dieſe Eigenſchaft.

Unterwirft man dieſe Flüſſigkeit einer geringen Hitze, z. B. der der Hand und läßt die dabei entſtehenden Produkte durch eine bis auf — 18°C erkaltete Röhre ſtreichen, ſo verdichtet ſich der gebildete Dampf faſt gänzlich, nimmt eine flüſſige Geſtalt an und behält dieſelbe bei dieſer Temperatur. Dieß iſt der Waſſerſtoffkohlenſtoff (carbure d'hydrogene). Bei dieſer Operation darf man die Temperatur von 35 oder 36° nicht überſchreiten. Man erhält an Waſſerſtoffkohlenſtoff faſt das Zehntel der angewendeten Flüſſigkeit.

Setzt man die Deſtillation fort, ſo ſteigt der Siedepunkt des Rückſtandes allmählig; man thut alle vor der Temperatur von 80° C verflüchtigten Antheile beſonders. Dieſe ſind Gemenge, welche man wieder nehmen und wie die urſprüngliche Flüſſigkeit behandeln muß. Iſt man einmal bis zu 80° C gekommen, ſo ſammelt man alles, was ſich kondenſirt, bis der Siedepunkt auf 90° geſtiegen iſt. Zwiſchen dieſen beiden Grenzpunkten hat ſich ohngefähr die Hälfte der ganzen Flüſſigkeit verflüchtigt. Der Rückſtand iſt unbedeutend.

Der zwiſchen 80 und 90° C geſammelte Antheil wird einer Temperatur von — 18° unterworfen, wobei ſie dann großen Theils erſtarrt. Man bringt dann Fließpapier in das Probierglas, worinn ſie enthalten iſt, drückt mit einer Glasröhre auf das Papier, um alle flüſſigen Theile aufzuſaugen; ſodann unterwirft man den feſten Rückſtand der Wirkung einer ſtarken Preſſe zwiſchen Papieren, welche zu — 18° erkaltet ſind und ſorgt dafür, daß die die Maſſe umgebenden Theile ſelbſt bis zu dieſem Grade erkaltet ſind. Der Zweifachkohlenwaſſerſtoff bleibt im Papier in feſter Form zurück. Man braucht ihn blos zu trocknen, indem man ihn über ungelöſchtem Kalk deſtillirt.

Gießt man die bei — 18° flüſſige Portion ab, ſtatt ſie aufzuſaugen, ſo hat man den Anderthalb-Kohlenwaſſerſtoff. Bei dieſer niedern Temperatur iſt derſelbe eigentlich mit Zweifachkohlenwaſſerſtoff geſättigt; man kennt aber kein Mittel, beide Stoffe zu trennen. Man würde ihn eben ſo erhalten, wenn man mit heißem Alkohol die im vorhergehenden Fall angewendeten Papiere behandelte. Dieſe Flüſſigkeit würde den Anderthalb-Kohlenwaſſerſtoff auflöſen, den man ſodann durch Waſſer niederſchlagen könnte.

496. Es ſcheint, daß dieſe drei Körper in verſchiedenen Verhältniſſen für ſich ſelbſt die durch den Druck verdichtete Flüſſigkeit bilden, wenn man ein oder zwei Hunderttheile wenig verändertes Öl abrechnet, das wahrſcheinlich von den Gaſen im Augenblick der Zerſetzung mit fortgeriſſen wurde. Man kann ſich einen ungefähren Begriff von den relativen Mengen dieſer Körper aus folgendem Beiſpiel machen:

Faraday nahm 100 Theile Flüſſigkeit von 14,4°, unterwarf ſie der Deſtillation, indem er den Verluſt bei jeder Erhöhung von 5,5° im Siedepunkt in Rechnung brachte. Er erhielt daraus folgende Reſultate:

Temperatur des Rückſtandes.	Es verflüchtigte ſich.	Das verdichtete Produkt beſtand aus:
21°,1	1,1	7,7 größtentheils Waſſerſtoffkohlenſtoff.
26, 6	1,9	
32, 2	2,2	
37, 7	2,5	
43, 3	2,4	21,3 einem Gemenge der drei Kohlenwaſſerſtoffarten (carbures).
48, 8	3,1	
54, 4	2,9	
60, 0	3,2	
65, 5	3,1	
71, 1	3,2	
76, 7	3,4	
85, 2	15,7	55,2 Gemenge von anderthalb Kohlenwaſſerſtoff und Zweifachkohlenwaſſerſtoff.
87, 8	23,4	
93, 3	16,1	
98, 9	7,4	12,4 Anderthalb Kohlenwaſſerſtoff, Zweifach-Kohlenwaſſerſtoff und wahrſcheinlich Öl.
104, 4	3,7	
110, 0	1,3	
121, 0	3,4	Dieß letztere Produkt verflüchtigt ſich nur nachdem es eine leichte Veränderung erlitten hat.
	100,0	

Wir werden weiter unten auf die Rolle zurückkommen, welche dieſe Körper bei der Beleuchtung mit Ölgas und ſelbſt vielleicht mit Steinkohlengas ſpielen.

Roſenöl.

497. Dieſe koſtbare Subſtanz war niemals einer aufmerkſamen Unterſuchung unterworfen worden, bis Th. de Sauſſure die Analyſe davon machte, einige ſeiner Eigenſchaften prüfte und eines der erſten Beiſpiele von zwei Körpern fand, welche, obwohl chemiſch gleich zuſammengeſetzt, doch

verſchiedene Eigenſchaften beſitzen. Dieß merkwürdige Reſultat ward neuerdings durch analoge Erſcheinungen beſtätigt, welche der Chemie einen neuen und wahrſcheinlich ſehr fruchtbaren Weg öffnen.

Das Roſenöl des Handels beſteht aus einem Gemenge von zwei verſchiedenen öligen Stoffen. Der eine derſelben iſt flüſſig, der andere feſt bei gewöhnlicher Temperatur. Th. de Sauſſure trennte ſie entweder durch Ausdrücken zwiſchen Löſchpapier, welches das flüſſige Öl einſaugt und das feſte zurück läßt, oder durch Alkohol von 0,8 Dichtigkeit, welcher das feſte Öl bei der gewöhnlichen Temperatur beinahe nicht auflöst, dagegen aber das flüſſige Öl aufnimmt.

Das feſte Öl beſteht aus:

Kohlenſtoff	85,45
Waſſerſtoff	14,55
	100,00

Es hat demnach dieſelbe Zuſammenſetzung, wie der gewöhnliche Kohlenwaſſerſtoff.

Seine Eigenſchaften ſind wenig gekannt. Es iſt bei der gewöhnlichen Temperatur feſt, ſchmilzt zwiſchen 33 und 34° C und kryſtalliſirt durch Erkaltung in weißen glänzenden durchſichtigen Blättern, welche ſo hart wie Bienenwachs ſind. In verſchloſſenen Gefäßen im Sauerſtoffgas erhitzt, entzündet es ſich in einer an Glühhitze grenzenden Temperatur, mit einer Art von Detonation, wobei ſich Waſſer und Kohlenſäure bildet. Auf 3 Vol. verbrauchten Sauerſtoff werden 2 Vol. Kohlenſäure gebildet, wie bei der Verbrennung von Kohlenwaſſerſtoffgas. Die Detonation, welche bei dieſem Verſuch ſtatt hat, zeigt daß dieſer Stoff flüchtig iſt. Bei der gewöhnlichen Temperatur iſt jedoch ſeine Ausdehnung gleich Null, was einen hohen Siedepunkt anzeigt.

Das feſte Roſenöl iſt in Waſſer wenig löslich; es löst ſich kaum in kaltem Alkohol auf, denn 1000 Theile Alkohol von 0,8 Dichtigkeit löſen bei einer Temperatur von 14° C nur 2 Theile auf.

498. Das flüſſige Öl, welches das vorige begleitet, iſt noch nicht unterſucht worden; man kann ſich jedoch eine

Vorſtellung von ſeinen Eigenſchaften machen, nach der Unterſuchung des Gemenges von Sauſſure, welches aus 2 Th. flüſſigem Öl und 1 Th. feſten beſtand.

Dieß Gemenge oder das gewöhnliche käufliche Roſenöl ſchmolz bei 29° und 30° C. Seine Dichtigkeit bei 32,5° C betrug 0,832, das Waſſer von 15° C. als 1 geſetzt; es iſt daher das leichteſte Pflanzenöl. Das feſte Öl ſcheint noch leichter zu ſeyn, folglich muß das flüſſige Öl eine größere Schwere beſitzen. Die Spannkraft des Dampfes des gewöhnlichen Roſenöls iſt = 2 Millimeter Queckſilber bei 14,5° C; die des flüſſigen muß ſtärker ſeyn. 1000 Th. Alkohol von 0,8 ſpez. Gewicht löſen ſieben Theile gemeines Öl bei 14° C auf; bei 22° C löſen ſie 30 Theile auf. Das flüſſige Öl muß in dieſem Löſungsmittel noch leichter auflöslich ſeyn.

Das gemeine Röſenöl verbrennt im Sauerſtoffgas ebenfalls mit Exploſion, obwohl weniger ſtark als das feſte Öl. Es beſteht aus:

Kohlenſtoff	82,05
Waſſerſtoff	13,13
Sauerſtoff	3,95
Stickſtoff	0,87
	100,00

Man ſieht hieraus, daß das flüſſige Öl Sauerſtoff und vielleicht Stickſtoff enthält und daß es beſtehen muß ungefähr aus;

Kohlenſtoff	80,56
Waſſerſtoff	12,42
Sauerſtoff	3,92
Stickſtoff	1,30
	98,20

Die Eigenſchaften des feſten Öls ſind alſo von denen des flüſſigen ſehr verſchieden.

Bereitung und Benutzung des Roſenöls werden wir ſpäter beſchreiben (S. flüchtige Öle).

Naphthaline.

499. Der mit dieſem Namen bezeichnete Stoff wurde in England unter den Produkten, die ſich bei der Steinkoh-

lengasbereitung bildeten, zuerſt beobachtet. Um ſich dieſen Stoff zu verſchaffen, nimmt Kidd den Theer, den man bei der Deſtillation der Steinkohle erhält, und läßt ihn durch eine glühende Röhre gehen. Die Produkte, welche ſich in der Vorlage ſammeln, ſind: Waſſer mit Ammoniakſalzen und ein neuer Theer, welcher dem vorhergehenden dem Anſehen nach gleicht.

Man ſcheidet dieſen Theer ab, bringt ihn in eine Retorte und deſtillirt ihn vorſichtig. Es geht Waſſer und ein öhliger Stoff über; am obern Theil und im Halſe der Retorte ſetzt ſich zuletzt eine kryſtalliniſche Subſtanz in leichten ſchneeigten Flocken ab; es iſt dieß die Naphthaline.

Dieſe Subſtanz iſt weiß, ſanft und fettig anzufühlen, iſt ſchwerer als Waſſer, von einem narciſſenähnlichen Geruch und ſtechendem Geſchmack. Ihre Spannung ſcheint bei der gewöhnlichen Temperatur ſchwach zu ſeyn. Sie ſchmilzt bei 82° C und ſiedet bei 200°. Sie kryſtalliſirt in rhombiſchen oder ſechsſeitigen Tafeln.

Obgleich die Naphthaline nicht ſehr flüchtig iſt, ſo verdichtet ſie ſich doch am Hals der Retorte oder des Kolbens, wenn man ſie mit Waſſer kocht. Läßt man ſie in einen Tiegel ſchmelzen und bringt dieſen unter eine Glasglocke, ſo kryſtalliſirt der ſich in derſelben verbreitende Dampf in kleinen ſchneeähnlichen Nadeln.

Die Hitze ſcheint keinen bedeutenden Einfluß auf die Naphthaline zu haben; denn wirft man dieſe Subſtanz in einen glühenden Tiegel, ſo ſublimirt ſie ſich und verdichtet ſich auf den umliegenden kalten Körpern, ohne ſich zu entzünden oder zu zerſetzen. Dieſes Experiment könnte vermuthen laſſen, daß die Naphthaline ſchon in dem Steinkohlentheer ſich befindet und daß die Glühhitze, welcher die Steinkohle ausgeſetzt wird, nur die die Naphthaline begleitenden Subſtanzen zerſtört. Vielleicht befindet ſich die Naphthaline ſelbſt ſchon völlig gebildet in der gewöhnlichen Steinkohle, wenigſtens bemerkt man in einigen bituminöſen Queckſilbererzen eine ſehr ähnliche Subſtanz, aus welcher man ſie ohne Deſtillation ausziehen kann.

Die Naphthaline entzündet ſich nicht leicht; hat ſie aber einmal Feuer gefangen, ſo brennt ſie mit viel Rauch. Im kalten Waſſer iſt ſie nicht, im ſiedenden dagegen etwas auflöslich; beim Erkalten ſcheidet ſie ſich in Kryſtallen davon ab.

Sie iſt ſehr löslich in Alkohol und Äther, mehr jedoch in der Wärme als in der Kälte. Die fetten, ſo wie die flüchtigen Öle löſen ſie ebenfalls auf.

Die Alkalien wirken nicht ſonderlich darauf; nicht ſo jedoch die Säuern. Die Salpeterſäure wird von ihr zerſetzt und ſie verwandelt die Naphthaline in eine Subſtanz, welche in gelben Nadeln kryſtalliſirt. Die Chlorwaſſerſtoffſäure löst ſie auf und nimmt davon eine purpurne Nelkenfarbe an. Die Oxalſäure und Eſſigſäure wirken eben ſo, ohne jedoch ſich dunkel zu färben.

Die konzentrirte Schwefelſäure verbindet ſich mit ihr bei gelinder Wärme und es entſteht eine ſaure Verbindung, welche durch eine langſame Verdampfung feſt wird. Dieſe Verbindung heißt Schwefel-Naphthalinſäure (Siehe Äther).

Nach Faraday beſteht die Naphthaline aus:

10 At. Kohlenſtoff	= 376,60	oder	93,76
4 At. Waſſerſtoff	= 24,96		6,24
1 At. Naphthaline	= 401,56		100,00

Süßes Weinöl.

500. Man kennt ſchon ſeit langer Zeit unter dieſem Namen eine aromatiſch riechende Verbindung, die entweder farblos oder blaß zitrongelb gefärbt iſt, eine ölige Konſiſtenz beſitzt, flüchtig iſt, obſchon ſie erſt bei einer ziemlich hohen Temperatur ſiedet; im Waſſer iſt ſie unlöslich, in Schwefeläther ſehr ſchwer löslich. Sie wiegt 0,917 bei 10,5° C.

Dieſe Verbindung iſt nach Sérullas und Hennell aus Kohlenſtoff und Waſſerſtoff auf gleiche Weiſe zuſammen geſetzt, wie der gewöhnliche Kohlenwaſſerſtoff. Es würde dieſer Stoff daher ein Körper mehr ſeyn, der dem Kohlenwaſſerſtoff und Roſenöl anzureihen iſt, ſo daß es nicht weniger als viererlei Arten von Kohlenſtoffwaſſerſtoff gäbe, welche ihrer Zuſammenſetzung nach identiſch, hinſichtlich ihrer Eigenſchaften aber verſchieden wären.

Man erhält das ſüße Weinöl, indem man ein Gemenge aus 2 Theilen konzentrirter Schwefelſäure und einem Theil Alkohol deſtillirt. Wird das in der Vorlage verdichtete Produkt in Waſſer aufgelöst, ſo ſcheidet ſich eine ölige Flüſſigkeit davon, welche man mittelſt eines Scheidetrichters trennen kann. Dieſe Flüſſigkeit wird über einem Gemenge von Kali und Chlorkalcium von Neuem deſtillirt. Das erhaltene Produkt iſt das Weinöl.

Was bei dieſem Verfahren vorgeht, iſt leicht zu erklären. Während der Deſtillation des Alkohols und der Schwefelſäure verbindet ſich der Kohlenwaſſerſtoff des Alkohols mit der Schwefelſäure und bildet neutralen ſchwefelſauren Kohlenwaſſerſtoff. Man hat alſo in der Vorlage folgende Produkte: 1) Alkohol, welcher der Reaktion entgieng; 2) Schwefeläther; 3) ſchweflichte Säure; 4) ſchwefelſauren Kohlenwaſſerſtoff. Das Waſſer bemächtigt ſich des Alkohols, des Äthers und der ſchweflichten Säure und zerſetzt ferner den ſchwefelſauren Kohlenwaſſerſtoff, bemächtigt ſich der Säure und ſetzt den als ölartigen Körper verdichteten Kohlenwaſſerſtoff in Freiheit. Dieß iſt das ſüße Weinöl, welches blos noch etwas Waſſer und Säure enthält. Das Chlorkalcium bei der letzten Deſtillation bemächtigt ſich dann des Waſſers und das Kali der Säure.

Das Weinöl bildet ſich immer bei Bereitung des Schwefeläthers gegen das Ende der Operation; es bildet ſich ebenfalls bei der Deſtillation der Schwefelweinſäure und ihrer Salze.

Naphtha.

(Synonyme. Steinöl, Bergöl. Lat. Oleum petrae. Franz. Naphte.)

501. Eigenſchaften. Die Naphtha iſt tropfbar, farblos, eben ſo flüſſig als der Alkohol, von ſchwach bituminöſem Geruch, faſt geſchmacklos, beſitzt eine Dichtigkeit von 0,753 bei 16° C. Sie ſiedet bei 85° C. gerade wie der anderthalb Kohlenwaſſerſtoff. Die Dichtigkeit ſeines Dampfes iſt 2,833.

Die Glühhitze zerſetzt dieſen Stoff in Kohle, in mehr oder weniger gekohlten Waſſerſtoff und in ein bituminöſes Öl, welches viel feſten Waſſerſtoffkohlenſtoff enthält, und den man durch eine bei 35° C angeſtellten Deſtillation kryſtalliſirt erhalten kann. An der Luft entzündet ſich die Naphtha bei Annäherung eines brennenden Körpers; die Flamme iſt ſehr weiß und rauchig. Naphthadampf mit Sauerſtoffgas zuſammengebracht, erzeugt ein Gemenge, welches durch den elektriſchen Funken oder einen brennenden Körper detonirt. Das Chlor wirkt bei gewöhnlicher Temperatur auf die Naphtha ein, geht in Chlorwaſſerſtoffſäure über und verwandelt ſich in eine ölige, weniger entzündliche, minder flüſſige und flüchtige Subſtanz. Die Säuren wirken wenig auf die Naphtha. Die Alkalien haben ebenfalls keine bedeutende Wirkung auf dieſelbe. Das Waſſer löst ſie nicht auf. Der reine Alkohol, der Schwefeläther, das Petroleum, die fetten und flüchtigen Öle löſen ſie in allen Verhältniſſen auf. Der Alkohol von 0,835 löst bei einer Temperatur von 21° C den ſiebenten Theil ſeines Gewichts davon auf.

Die ſiedende Naphtha löst das Zwölftel ihres Gewichts Schwefel auf. Durch das Erkalten ſetzt ſich derſelbe in Kryſtallen ab. Sie löst den funfzehnten Theil ihres Gewichts Phosphor auf, welcher ſich ebenfalls durch ein langſames Erkalten in prismatiſchen Kryſtallen abſcheidet. Vom Jod löst ſie den achten Theil ihres Gewichts auf.

Da man die Naphtha zur Bereitung der Firniſſe anwenden kann, ſo iſt es nöthig, folgende Thatſachen zu bemerken: Sie löst eine große Menge Kampher und noch mehr Harz auf. Das Wachs läßt ſich in der Kälte mit Naphtha nur zuſammen rühren, in der Wärme dagegen löst es ſich in allen Verhältniſſen darin auf. Die Naphtha löst nur ein Hunderttheil Schellack oder rohen Kopal auf; Bernſtein löst ſich gar nicht darin auf.

Das Kautſchuck ſchwillt in der Kälte außerordentlich in der Naphtha auf, denn es vergrößert ſich darin ums Dreißigfache; aber es löst ſich kaum darin auf. In der Hitze findet eher noch eine Auflöſung darin Statt, immer aber noch unvollſtändig.

Die Naphtha wird gebildet aus:

6 At. Kohlenſtoff	=	225,99	oder 87,86
5 At. Waſſerſtoff	=	31,20	12,14
1 At. Naphtha	=	257,19	100,00

Die Dichtigkeit ihres Dampfes würde der Berechnung nach 2,876 ſtatt 2,833 ſeyn.

502. Gewinnung. Die Naphtha iſt ein Naturprodukt: man hat davon in dem Dorfe Amiano bei Parma, eine Quelle entdeckt, die ſo viel giebt, daß letztre Stadt ausſchließlich davon beleuchtet wird. Mit dieſer Naphtha hat Th. de Sauſſure alle die Verſuche gemacht, deren Reſultate wir mittheilten. Die Naphtha iſt, wie ſie aus der Erde kommt, nicht rein; ihre Dichtigknit iſt 0,836, ſie riecht ſtark, und iſt gelblich gefärbt; durch drei oder viermalige langſame Deſtillation wird ſie rein.

In Calabrien, Sizilien, Perſien findet man ebenfalls Naphtha; ſie kommt zuweilen in Dampfform aus der Erde; in dieſem Fall wird ſie durch ihren Geruch und die Entzündung dieſer Dämpfe bei Annäherung eines brennenden Körpers erkannt. Man benützt zuweilen die ſo erzeugte Flamme, um Nahrungsmittel zu kochen, Kalk zu brennen ꝛc.

Stellt ſich die Naphta auf dieſe Weiſe dar, ſo kann man beim Graben von etwas tiefen Brunnen faſt ſicher ſeyn, ſie allmählig durchſikern zu ſehen, und ſie in großer Menge zu ſammeln.

Die Naphtha wird angewendet, um das Kalium aufzubewahren; ſie macht einen Beſtandtheil einiger Firniße aus; auch zur Beleuchtung bedient man ſich derſelben.

Petroleum.

(Petrole.)

503. Das Petroleum wird durch Deſtillation von einem bituminöſen Mineral gewonnen. Wir führen daſſelbe hier nur der Vollſtändigkeit wegen auf, indem es ſich eigentlich nicht von der Naphtha zu unterſcheiden ſcheint. Da es aber noch nicht analyſirt wurde, werden wir es unter den Harzen abhandeln.

Terpentinöl.

(Esſence de térébenthine.)

504. Das Terpentinöl iſt eine durchſichtige, farbloſe Flüſſigkeit, riecht ſtark und unangenehm; ſeine Dichtigkeit beträgt 0,86 bei 22° C. Seine Spannung bei der Temperatur von 15° C. iſt gleich 9 Millimeter Queckſilberhöhe; es brennt mit ſehr weißer und rußender Flamme. Die Glühhitze zerſetzt es in Kohlenſtoff und mehr oder weniger gekohlten Waſſerſtoff. Das Waſſer löſt kaum etwas davon auf, nimmt aber doch deſſen Geruch an. Alkohol von 0,84 Gewicht löſt das Siebentel ſeines Gewichts bei 22° C. auf. Es abſorbirt ungefähr das Siebenfache ſeines Volums Ammoniak. Mit Chlorwaſſerſtoffſäure bildet es eine kryſtalliſirbare Verbindung. (Siehe Äther).

Das Terpentinöl ſcheint gebildet aus:

10 At. Kohlenſtoff	= 376,60	oder	88,6
8 At. Waſſerſtoff	= 49,92		11,4
1 At. Terpentinöl	= 426,52		100,0

Dieß ſind wenigſtens die Zahlen, welche ſich am meiſten den Analyſen nähern, denn man hat darin gefunden:

	Labillardière.	Th. de Sauſſure.
Kohlenſtoff	87,6	87,79
Waſſerſtoff	12,3	11,65
Stickſtoff	0,0	0,56
	99,9	100,00

Die Dichtigkeit des Dampfes würde nach der Berechnung ſeyn 4,77. Gay-Luſſac fand ſie 5,01. Der Unterſchied iſt alſo ſehr groß, und beweiſt daher, daß die Berechnung nur annähernde Beſtimmung iſt. Übrigens ſcheint das Terpentinöl verſchiedene blos einfach aufgelöſte Stoffe zu enthalten. Wir werden darauf zurückkommen, eben ſo wie auf ſeine Gewinnung. (S. Harze.)

Der Kohlenſtoff bildet vielleicht eben ſo viele Verbindungen mit Sauerſtoff, als mit Waſſerſtoff; bis jetzt hat man aber nur drei beſonders dargeſtellt — Kohlenſäure, Kohlenoxyd und Oxalſäure. Wir werden uns hier nur mit den beiden erſten beſchäftigen; die dritte werden wir bei den

Pflanzenſäuren abhandeln, wobei ſie zugleich in ſo mancher Beziehung Aufklärung verſchaffen wird.

Kohlenſäure.

(Synonyme. Luftſäure, Kreideſäure, fixe oder mephitiſche Luft. Lat. Acidum carboni cum Franz. Acide carbonique.)

505. Eigenſchaften. Es iſt ein farbloſes Gas von ſtechendem Geruch, leicht ſaurem Geſchmack, das kaum den Lackmus röthet. Ihre Dichtigkeit iſt gleich 1,5245; ihr Strahlenbrechungsvermögen beträgt 1,526. Sie löſcht brennende Körper aus und erſtickt die Thiere, welche in dieſelbe kommen.

Sie wird durch eine hohe Temperatur nicht verändert, wohl aber durch eine große Anzahl elektriſcher Funken. Sie verwandelt ſich dann in Sauerſtoff und Kohlenoxyd, wenigſtens zum Theil, denn die Zerſetzung bleibt immer nur partiell, ſelbſt bei längerer Fortſetzung des Verſuchs.

Bei einer Kälte von 20° verändert ſich die Kohlenſäure nicht; preſſt man ſie aber gleichzeitig beim Erkalten zuſammen, ſo wird ſie flüſſig.

Faraday hat ſich flüſſige Kohlenſäure verſchafft, indem er in einer gebogenen, an beiden Enden verſtopften Röhre kohlenſaures Ammoniak und konzentrirte Schwefelſäure mengte. Dieſe Operation darf nur mit der größten Vorſicht angeſtellt werden, denn die Röhren zerſpringen ſehr oft.

Die Kohlenſäure iſt ſehr dünn flüſſig im tropfbaren Zuſtand. Sie erſtarrt nicht, ſelbſt bei einem beträchtlichen Sinken der Temperatur. Ihr Strahlenbrechungsvermögen iſt weit geringer als das des Waſſers. Bei Nullgrad Temperatur übt ihr Dampf einen Druck von 36 Atmosphären aus und bei + 11° iſt er noch 23 Atmosphären gleich. Folglich erzeugt ein Unterſchied der Temperatur von 11° einen Unterſchied in der Elaſtizität, der 13 Atmosphären beträgt. Dieß erklärt zugleich, warum H. Davy die Anwendung komprimirter Gaſe zur Verfertigung neuer Dampfmaſchinen vorgeſchlagen hat, und warum Brunel, *) welcher die Aus-

*) Brunel iſt der berühmte Baumeiſter des Tunnels unter der Themſe.

führung dieſer großen Idee übernahm, der Kohlenſäure den Vorzug gab. Man kann die Folgen dieſer Anwendung nicht vorausſehen und es iſt nur für die Künſte zu beklagen, daß hierüber noch nicht hinreichende Experimenteangeſtellt wurden.

Die Röhren, welche die flüſſige Kohlenſäure enthalten, zerſpringen, wenn man verſucht, ſie zu öffnen, mit einer fürchterlichen Exploſion, denn die Kohlenſäure nimmt dann plötzlich wieder ihren gasförmigen Zuſtand an.

Der Waſſerſtoff kann in der Glühhitze die Kohlenſäure zerſetzen. Er verwandelt ſich in Waſſer und Kohlenoxyd. Man bedient ſich zu dem Ende des fig. 10 auf der vierten Tafel vorgeſtellten Apparates; man bringt das Gasgemenge in eine der Blaſen, drückt dieſelbe zuſammen und nöthigt ſo das Gas, langſam durch die glühende Porzellanröhre zu treten. Wenn die Zerſetzung gehörig vor ſich gehen ſoll, ſo iſt es gut, die Röhre mit kleinen Porzellanſtückchen anzufüllen.

Mittelſt des nämlichen Apparates kann man auch die merkwürdige Reaktion prüfen, welche die Kohlenſäure von der Kohle erleidet. Man füllt in dieſem Fall eine der Blaſen mit Kohlenſäure, bringt Kohle in die Röhre, erhitzt dieſe zum Glühen und läßt das Gas mehrere Male über die glühende Kohle gehen. Nach einiger Zeit findet man, daß das Gas deutlich ſein Volum verdoppelt hat und vollſtändig in Kohlenoxyd verwandelt wurde. Die in der Röhre enthaltene Kohle bemächtigt ſich der Hälfte des Sauerſtoffs der Kohlenſäure und verwandelt ſie in Kohlenoxyd, während ſie ſelbſt auch in letzteres übergeht.

Sauerſtoff, Chlor, Brom, Jod, Schwefel, Selen, Arſenik, Stickſtoff und vielleicht auch Phosphor äußern gar keine Wirkung auf die Kohlenſäure. Bor und Kieſel aber würden ſie ohne Zweifel bei einer hinreichend hohen Temperatur zerſetzen.

Das Waſſer löſt faſt ſein eignes Volum Kohlenſäure bei gewöhnlicher Temperatur und gewöhnlichem Luftdruck auf. Vermehrt man den Druck, ſo kann man es leicht mit dem fünf- oder ſechsfachen ſeines Volums Gas ſchwängern (S. Mineralwaſſer).

506. **Bereitung.** Die Kohlenſäure wird durch ein ſehr einfaches Verfahren gewonnen, nämlich durch Zerſetzung des kohlenſauren Kalks mittels Chlorwaſſerſtoffſäure oder Schwefelſäure. Man bedient ſich hierzu immer des fig. 12. auf der vierten Tafel vorgeſtellten Apparates. Man bringt den kohlenſauren Kalk in die Flaſche, ſetzt Waſſer hinzu, bis ſie zu zwei Drittheilen voll iſt und gießt dann die Säure durch den Trichter zu. Die Kohlenſäure entweicht raſch, geht durch die gebogene Röhre und kann, ſobald ſie ſich ohne Rückſtand in einer Solution von Kali und Natron auflöſt, aufgefangen werden.

Wendet man ſehr fein zertheilten kohlenſauren Kalk an z. B. Kreide, ſo muß man ſich der Schwefelſäure bedienen, die mit den zehn- oder Zwölffachen ihres Volums Waſſer verdünnt wurde, bedient man ſich dagegen des dichten kohlenſauren Kalks z. B. des Marmors, ſo muß man gewöhnliche Chlorwaſſerſtoffſäure anwenden. Der Grund davon iſt ſehr einfach: die erſte dieſer Säuren giebt ſchwefelſauren Kalk, welcher im Waſſer ſehr wenig löslich iſt. Wenn man dieſelbe auf Marmor wirken ließe, ſo würden die Stücke ſehr bald mit ſchwefelſauren Kalk ſich überziehen, und da die Säure ſonach nicht mehr auf die innern Theile der kohlenſauren Kalkſtücke wirken könnte, müßte die Reaktion aufhören. Die Chlorwaſſerſtoffſäure ihrer Seits bildet in Waſſer ſehr lösliches Chlorcalcium, woraus hervorgeht, daß, wenn man dieſe Säure mit Kreide in Berührung bringt, die Reaktion ſo lebhaft und raſch iſt, daß die ſich entwickelnde Kohlenſäure ſogleich die Flüſſigkeit in großen Blaſen aus der Flaſche treibt. Keiner dieſer Nachtheile findet Statt, wenn man die angegebenen Vorſichtsmaßregeln beachtet; die Reaktion geht ruhig und in beiden Fällen ununterbrochen vor ſich. Die durch die Chlorwaſſerſtoffſäure bereitete Kohlenſäure hat ſtets einen ſehr ſtechenden Geſchmack, der noch von einigen Spuren der erſtern Säure herrührt; auch zur Bereitung der künſtlichen Mineralwaſſer wendet man immer vorzugsweiſe Kreide und verdünnte Schwefelſäure an (S. Mineralwaſſer).

In einigen Fällen bereitet man die Kohlenſäure, indem man Kohle durch die Luft verbrennt. Man erhält aber auf

dieſe Weiſe nur ein Gemenge aus vielem Stickſtoff, etwas Sauerſtoff und Kohlenſäure. Dieß Gemenge findet nur in ſeltenen Fällen ſeine Anwendung (S. Bleiweiß; kohlenſaures Natron).

507. Zuſammenſetzung. Die Kohlenſäure beſteht aus:

1 At. Kohlenſtoff	=	37,66	oder	27,36
1 At. Sauerſtoff	=	100,00		72,64
1 At. Säure	=	137,66		100,00

Man findet die Zuſammenſetzung, indem man den Kohlenſtoff in Sauerſtoffgas verbrennt; dabei zeigt ſich, daß das gebildete kohlenſaure Gas genau daſſelbe Volum hat, als das zu ſeiner Erzeugung verwendete Sauerſtoffgas. Der Unterſchied zwiſchen der Dichtigkeit der Kohlenſäure und der des Sauerſtoffgaſes giebt das Gewicht des Kohlenſtoffs. Hieraus ſieht man, daß dieſe Säure den Kohlenſtoff und Sauerſtoff im Verhältniß von 0,422 zu 1,1026 enthält, welches die oben genannten Zahlen giebt.

Dieſer Verſuch wurde auf verſchiedene Weiſe angeſtellt. Die zwei folgenden Verfahrungsarten ſind die einfachſten und ſicherſten.

Man nimmt einen Ballon, welcher mit einer Dille und einem eiſernen Hahn verſehen iſt. An dem Hahn iſt ein ſtarker Eiſendraht befeſtigt, welcher ein kleines Platinſchälchen trägt. Man bringt in dieſelbe gut geglühte Kohle oder Diamant, macht ſodann den Ballon leer und füllt ihn mit Sauerſtoffgas. Von dieſem Gaſe nimmt man wieder einen kleinen Theil heraus, öffnet den Ballon unter Queckſilber, und läßt dieſes hineintreten, bis das Gleichgewicht hergeſtellt iſt. Man muß es ſo einrichten, daß das Queckſilber nur ein Drittel oder die Hälfte des Halſes ungefähr einnimmt. Nun ſchließt man den Hahn, zündet die Kohle an, indem man die Sonnenſtrahlen mittelſt eines ſtarken Brennglaſes darauf konzentrirt. Iſt die Kohle einmal angebrannt, ſo fährt ſie fort zu brennen, verzehrt ſich völlig und verwandelt ſich in Kohlenſäure. Man läßt den Apparat erkalten, bringt ihn hierauf wieder in die Queckſilberwanne, öffnet den Hahn und die Queckſilberſäule

bleibt dann genau an derſelben Stelle, wenn die Temperatur und der Luftdruck ſich nicht verändert haben.

Man kann dieſen Apparat etwas abändern, wenn man ſich eines Ballons mit zwei Tubulirungen bedient. Durch die eine bringt man einen eiſernen Stab, welcher die kleine Platinſchale und die Kohle trägt, durch die andere bringt man einen Platindraht, der in eine feine Spitze ausgezogen iſt und mit der Kohle in Berührung gebracht wird. Man zündet dieſelbe mittelſt der Voltaiſchen Säule an, indem man die beiden Metalldrähte mit beiden Polen in Berührung bringt. Übrigens verfährt man bei dieſer Operation gerade ſo, wie beim vorigen Verſuch (S. Taf. 4, fig. 8).

503. Natürliches Vorkommen. Die Kohlenſäure findet ſich häufig in der Natur, ſowohl frei, als gebunden. Wir werden uns hier blos mit der freien Kohlenſäure oder ihrer Auflöſung in Waſſer beſchäftigen; ihre Verbindungen wollen wir ſpäter unterſuchen.

Die Kohlenſäure bildet einen Beſtandtheil der atmosphäriſchen Luft; ſie findet ſich auch faſt in allen Waſſern, zuweilen in hinreichender Menge um ſie perlend oder muſſirend zu machen. Wir werden auf dieſen Gegenſtand bei der Unterſuchung der Mineralwaſſer zurückkommen.

Es ſcheint, daß die unterirdiſchen Höhlen an vielen Orten mit freier Kohlenſäure angefüllt ſind, welche ſich, wegen ihrer Schwere, nur langſam in der Luft verbreitet. Die Hundsgrotte bei Puzzola, in der Gegend von Neapel, iſt durch die höchſt ſonderbaren Erſcheinungen, welche von der Kohlenſäure herrühren, ſeit undenklicher Zeit berühmt. Ein aufrecht ſtehender Menſch athmet in dieſer Grotte ohne Übelbefinden, ein Hund dagegen ſtirbt faſt auf der Stelle. Es findet nämlich hier eine beſtändige Entwicklung von Kohlenſäure ſtatt, welche die Luft der Grotte bis auf zwei Fuß vom Boden untauglich zum Athmen macht.

Dieß Phänomen iſt jedoch nicht ſelten. In den Kellern einiger Quartiere von Paris hat man oft Gelegenheit die dadurch erzeugten nachtheiligen Zufälle zu beobachten. Dieſe Keller füllen ſich nämlich mit Kohlenſäure an, unter Umſtänden, die man noch nicht genau kennt, ſo daß ihre Atmosphäre

in kurzer Zeit tödlich wird. Es iſt nicht leicht dieſem Übelſtande auf eine ſichere Weiſe zu begegnen. Jedoch wird die Gefahr vermindert, 1. indem man an beiden Enden des Kellers Luftlöcher anbringt, das eine gegen Süden, das andre gegen Norden; 2. dadurch, daß man ein Rohr von dem untern Theil des Kellers aus in eine Eſſe führt, nachdem es einen Theil der Höhe desſelben durchlaufen hat, um ſich darin zu erhitzen; 3. indem man die Spalten der Mauer ſorgfältig verſtreicht, ja ſelbſt ihre ganze Mauerfläche mit einer Lage hydrauliſchem Kalk überzieht und einige Zoll unter dem Boden eine Schicht von wohlgeſchlagenem fetten Thon bringt, welche man gleichfalls mit gutgeſchlagener Erde überdeckt. Die beiden erſten Mittel würden im Winter zur Luftreinigung des Kellers hinreichen, im Sommer dagegen verſpührt man davon faſt gar keine Wirkung, deßwegen müſſen die Nro 3 angegebenen Vorſichtsmaaßregeln angewendet werden, um ſo viel als möglich dem Eindringen der Kohlenſäure in den Keller vorzubeugen.

Dieß Gas gelangt in die unterirdiſchen Höhlungen, nachdem es ſich in den benachbarten Erdſchichten entwickelt hat. Es muß in um ſo größerer Menge zuſtrömen, als der Barometer plötzlich fällt, d. h. bei ſtürmiſchem Wetter; und man glaubt dies wirklich beobachtet zu haben. Ebenſo beobachtet man in der Umgegend von Vulkanen, daß alle Höhlungen und die Oberfläche des Bodens ſelbſt bei nahen Ausbrüchen mit Schichten von Kohlenſäure erfüllt werden. Dieß Phänomen bewirkt den Tod faſt aller kleinen Thiere, welche ſich dem Einfluß des Gaſes nicht entziehen können. Dieß erklärt ſich leicht, wenn man annimmt, daß die in dem Boden verbreitete Kohlenſäure daraus hervor drang, ſei es nun in Folge eines durch die Gaſe oder Dämpfe, welche die Eruption erregen, ausgeübten Drucks, oder ſey es in Folge atmosphäriſcher Bewegungen, welche derſelben gewöhnlich vorangehen.

Es iſt übrigens leicht, ſich die Gegenwart der Kohlenſäure in der Erde zu erklären. Sie iſt eins der Hauptprodukte bei der Zerſetzung organiſcher Stoffe, welche ſich immer in größerer oder geringerer Menge im Boden finden.

Es iſt daher immer anzurathen, in Kellern, von denen man weiß, daß ſie Kohlenſäure enthalten, oder in Grotten und Höhlen, welche wenig beſucht ſind, nicht eher zu gehen, als bis man ſich überzeugt hat, daß ein Licht ruhig darin brennt. Wird die Flamme blaß, verkleinert ſie ſich, oder löſcht ſie gar aus, ſo muß man ſich in Acht nehmen und nicht weiter vordringen, als bis die Luft erneuert iſt. Man zündet zu dem Ende am Eingang ein Feuer in einem guten Ofen an, deſſen Aſchenloch mit einem Rohr in Verbindung ſteht, welches die zur Verbrennung nöthige Luft aus der Höhle ſelbſt zieht.

Sollte die Luft der Grotte etwa gar nach faulen Eiern riechen, ſo wäre dieß ein ſicheres Zeichen von der Gegenwart der Schwefelwaſſerſtoffſäure und in dieſem Falle dürfte man durchaus nicht weiter vordringen, ohne die Luft ſo gereinigt zu haben, daß aller Geruch verſchwunden iſt, indem man dieſelbe nach obiger Angabe entweder erneuert oder den Boden mit Chlorkalk begießt.

Zuweilen muß man ſehr ſchnell in einen Keller eilen, um Perſonen heraus zu holen, welche von der Kohlenſäure betäubt wurden. In dieſem Falle wären alle oben angegebenen Mittel zu zeitraubend, um mit Nutzen angewendet zu werden. Dann iſt es am beſten, in dem Keller eine wäßrige Ammoniakauflöſung zu gießen. Es bildet ſich kohlenſaures Ammoniak und die Luft wird dadurch faſt augenblicklich gereinigt. Die Gegenwart eines geringen Überſchuſſes vom Ammoniak kann den Betäubten nicht ſchaden; im Gegentheil ſie wirkt bei ihnen als heilſamer Reitz. In Ermangelung des Ammoniaks kann man Kali oder kauſtiſches Natron anwenden, wie es Labaraque gemacht hat, oder auch ungelöſchten Kalk, den man zerfallen läßt und dann mit Waſſer verdünnt. Dieſe mit Waſſer angerührten oder aufgelöſten Stoffe werden mit einer Gießkanne in den Keller gegoſſen oder mit einer Pumpe, ja ſelbſt mit einer Spritze hineingeſpritzt. Wenige Augenblicke nachher unterſucht man die Luft mit einer angezündeten Kerze; fährt dieſe fort zu brennen, ſo kann man in den Keller gehen.

Wenn es leicht iſt, den Urſprung der Kohlenſäure im aufgeſchwemmten Land, das mit organiſchen in der Zerſetzung begriffenen Subſtanzen durchdrungen iſt, ſich zu erklären, ſo iſt es dagegen ſchwer begreiflich, woher die zuweilen ſo reiche Kohlenſäureentwickelung an dem Ausfluß von Quellen rührt, welche augenſcheinlich in granitiſchen Gebirgen entſpringen. Hieher gehören die Quellen von Valz (Ardiche), von Wildbad (Salzburg), von Carlsbad (Böhmen), vom Warmbrunnen (Schleſien) ꝛc. Es giebt wenige unter den bekannten Subſtanzen, welche mittelſt einer einfachen Reaktion ſo beträchtliche Mengen von Kohlenſäure erzeugen können, ohne daß die Luft dabei mitwirkt.

509. Benützung. Die Kohlenſäure wird vielfach angewendet; ihre Gegenwart in der Luft iſt nothwendig zur Vegetation; ſie theilt dem Bier, dem Champagnerwein, den Gasquellen die Eigenſchaft zu muſſiren mit, ſo wie den ſtechenden Geſchmack, welcher dieſe Getränke angenehm macht. Man wendet die Kohlenſäure im Großen an, um die künſtlichen Mineralwaſſer zu bereiten. (S. Künſtliche Mineralwaſſer). In dieſem Fall bedient man ſich der Kohlenſäure aus der Kreide, die man durch Schwefelſäure austreibt oder auch derjenigen, welche ſich während der Gährung des Biers entwickelt. Man wendet ſie auch zur Bleiweißfabrikation an (S. Kohlenſaures Blei) und in dieſem Fall benützte man bisher die Kohlenſäure, welche durch die Verbrennung der Kohle mittelſt atmosphäriſcher Luft gebildet wurde.

Viele natürliche Quellen entwickeln bei ihrem Austreten aus der Erde beträchtliche Mengen Kohlenſäure, die man wohl benützen könnte.

Kohlenoxyd.

(Synonym. Lat. Carboneum oxydatum. Franz. Oxide de carbone.

510. Eigenſchaften. Es iſt ein farb- und geruchloſes, in Waſſer faſt unlösliches Gas, ohne Wirkung auf Pflanzenfarben, unveränderlich durch Elektrizität oder Wärme. Seine Dichtigkeit iſt 0,967.

Unter den einfachen nicht metalliſchen Stoffen ſind der Sauerſtoff und das Chlor die einzigen, welche einige Wirkung auf das Kohlenoxyd haben. Wir werden ſogleich auf die Wirkung des Chlors zurückkommen; die des Sauerſtoffs hat blos bei der Glühhitze oder durch Einfluß des elektriſchen Funkens Statt. Das Gemenge detonirt und giebt Kohlenſäure als Produkt. Eben ſo wirkt die Luft.

In Berührung mit der Luft und einer angezündeten Kerze fängt das Kohlenoxydgas Feuer, brennt mit einer blauen Flamme und verwandelt ſich in Kohlenſäure.

511. Zuſammenſetzung. Das Kohlenoxyd wird gebildet aus:

2 At. Kohlenſtoff	= 75,33	oder	42,96
1 At. Sauerſtoff	= 100,00		57,04
2 At. Kohlenoxyd	= 175,33		100,00

Nämlich jedes Volum Kohlenoxyd wird gebildet aus einem Vol. Kohlenſtoffdampf und einem halben Vol. Sauerſtoff. Dieß ergiebt ſich, wenn man ein Vol. Kohlenoxyd mit einem Vol. Sauerſtoffgas im Queckſilbereudiometer detoniren läßt. Es bildet ſich ein Vol. Kohlenſäure und es bleibt ein halbes Vol. freies Sauerſtoffgas. Man mußte alſo dem Kohlenoxyd ein halbes Vol. Sauerſtoffgas zufügen, um Kohlenſäure daraus zu bilden und, da dieſes aus gleichen Theilen Sauerſtoffgas und Kohlenſtoffdampf gebildet wurde, bleibt für die Zuſammenſetzung des Kohlenoxydes ein halb Volum Sauerſtoff und ein Volum dampfförmiger Kohlenſtoff.

512. Bereitung. Sie kann auf verſchiedene Weiſe ausgeführt werden; wir wollen nur zwei anführen.

Man nimmt gleiche Theile gepulverten trocknen Marmor und gleichfalls recht trockene Eiſenfeilſpäne. Man mengt beide und bringt das Gemenge in eine irdene Retorte, welche mit einer gebogenen Röhre verſehen iſt, um das Gas aufzufangen (Taf. 3. fig. 1, 3). Man erhitzt die Retorte zum Rothglühen; es entwickelt ſich ein Gemenge von Kohlenoxyd und Kohlenſäure, welches man über Waſſer auffängt. Man ſcheidet nun die Kohlenſäure mittelſt einer Kaliauflöſung, wobei das Kohlenoxyd rein zurück bleibt. In der Retorte findet man ein Gemenge aus Eiſenoxyd und Kalk. Dieſe

Verfahrungsart beruht auf der Zerſetzung, welche die Kohlenſäure durch Eiſen bei erhöhter Temperatur erleidet. Es verwandelt dieſelbe in Kohlenoxyd und oxydirt ſich dabei ſelbſt.

Man kann ſich ferner noch Kohlenoxyd verſchaffen, indem man einen Theil Sauerkleeſalz oder ſaures oxalſaures Kali mit 20 Theilen konzentrirter Schwefelſäure mengt. Man bringt dieſe Stoffe in eine mit einer Gasleitungsröhre verſehene Phiole (Taf. 4. fig. 13), erhitzt hierauf langſam und ſchon bei einer Temperatur von 80 oder 100° löst ſich das Salz in der Säure auf und es entwickelt ſich dabei eine bedeutende Menge Gas. Dieß iſt ein Gemenge aus gleichem Volume Kohlenoxyd und Kohlenſäure. Man ſcheidet die Kohlenſäure durch Kali ab und das Kohlenoxyd bleibt rein zurück. Dieß Verfahren gründet ſich auf die Zuſammenſetzung der Oxalſäure, welche, aus Sauerſtoff und Kohlenſtoff beſtehend, in Abſicht auf ihre quantitative Miſchung zwiſchen dem Kohlenoxyd und der Kohlenſäure ſteht und nur in Verbindung mit Waſſer oder den Baſen beſtehen kann. Wenn man daher ein oxalſaures Salz mit Schwefelſäure im Überſchuß in Berührung bringt, ſo bemächtigt ſich ein Theil derſelben der Baſe und der andre Theil des Waſſers, welches der erſtere der frei werdenden Oxalſäure hätte abtreten können. Unter dieſen Umſtänden kann dieſe Säure nicht beſtehen und ſie verwandelt ſich in gleiche Theile Kohlenoxyd und Kohlenſäure.

Man verſchafft ſich auch Kohlenoxyd mittelſt eines Gemenges von Zinkoxyd und Kohle; hier erhält man aber nie reines Gas.

Das Kohlenoxyd bildet ſich zuweilen bei der Verbrennung der Kohle, wenn der Luftſtrom im Verhältniß zum Volum der glühenden Kohle zu ſchwach iſt. Dieß Gas iſt es, welches oft eine blaue Flamme erzeugt, die in der Kuppel der Reverbiröfen erſcheint. Dieſe Erſcheinung iſt leicht begreiflich, wenn man bedenkt, daß die Kohlenſäure bei der Glühhitze durch Kohle in Kohlenoxyd reduzirt wird.

Chlorkohlenoxyd.

(Synonyme. Chlorkohlenſäure. Phosgengas. Franz. Chlorure d'oxide de carbone, acide chloro-carbonique.)

513. Dieſe gasförmige Verbindung wurde von John Davy entdeckt. Sie entſteht leicht, wenn man gleiche Volumtheile Chlor und Kohlenoxyd trocken zuſammen mengt und das Gemenge eine Viertelſtunde lang der Sonne ausſetzt. Beide Gaſe verbinden ſich nach und nach, das Gemenge entfärbt ſich und indem man das Gefäß, welches es enthält, unter Queckſilber öffnet, dringt letzteres hinein und füllt daſſelbe faſt bis zur Hälfte an, was von der Zuſammenziehung beider Gaſe während ihres Verbindens herrührt.

Das Chlorkohlenoxyd beſteht aus:

1 At. Chlor	= 221,52	oder	71,63
1 At. Kohlenoxyd	= 87,66		28,37
1 At. Chlorkohlenoxyd	= 308,98		100,00

Das heißt aus einem Volum Chlor und einem Volum Kohlenoxyd zu einem einzigen Volum kondenſirt.

Dieſe Verbindung iſt gasförmig, farblos, von erſtickendem Geruch; ſie erregt Thränen, röthet das Lackmus, löſcht brennende Körper aus und iſt nicht entzündlich. Ihre Dichtigkeit iſt 3,399.

Alle einfachen nicht metalliſchen Körper ſcheinen keine Wirkung auf dieſes Gas zu äußern. Nicht ſo iſt es mit den Metallen. Zink, Zinn, Arſenik, Antimonium ꝛc. wenn ſie in Berührung mit ihm erhitzt werden, bemächtigen ſich des Chlors und das Kohlenoxyd wird frei. Die Metalloxyde zerſetzen es ebenfalls und es bildet ſich dann Kohlenſäure und Chlormetalle.

Wird das Waſſer mit dieſem Gas in Berührung gebracht, ſo zerſtört es daſſelbe raſch, wird aber ſelbſt dabei zerſetzt. Es bildet ſich Kohlenſäure und Chlorwaſſerſtoffſäure; allein demungeachtet raucht dieß Gas nicht an der Luft. Die verdünnten Säuren wirken auf daſſelbe, wie das Waſſer. Eben ſo iſt es mit den alkaliſchen Auflöſungen.

Der Name, welchen man dieſer Verbindung gab, wird eigentlich durch nichts gerechtfertigt; es verbindet ſich übrigens doch mit trocknem Ammoniak; jedes Volum Säure abſorbirt 4 Vol. Ammoniak und dadurch bildet ſich ein weißes, flüchtiges, ſehr ſtechendes und zerfließliches Neutralſalz. Dieß Salz giebt mit den ſtärkſten konzentrirten Säuern behandelt, Chlorwaſſerſtoffſäure und Kohlenſäure, indem das durch die Verbindung des Ammoniaks mit dieſen Säuern frei gewordene Waſſer zerſetzt wird.

Man kennt nur drei Stoffe, welche dieß Gas auflöſen, ohne es zu verändern; 1) der Alkohol, welcher das zwölffache ſeines Volums aufnimmt; 2) das Chlorarſenik, welches zehnmal ſein Volum und 3) der Chlorſchwefel, welcher eine Menge abſorbirt, die man noch nicht meſſen konnte. Werden dieſe Auflöſungen mit Waſſer behandelt, ſo laſſen ſie viel unzerſetztes Gas fahren.

Mengt man Chlorkohlenſäure, Sauerſtoff und Waſſerſtoff und läßt man einen elektriſchen Funken in das Gemenge treten, ſo findet Detonation und Bildung von Chlorwaſſerſtoffſäure und Kohlenſäure Statt.

Die Chlorkohlenſäure entſpricht, wie man ſieht, der Kohlenſäure. In allen Verbindungen vertritt 1 Vol. Chlor ½ Vol. Sauerſtoff; es iſt alſo ſo viel, als wenn man das Kohlenoxyd in Säure verwandelt hätte, indem man ſtatt des halben Volum Sauerſtoff, das man hätte hinzufügen müſſen, ein Volum Chlor ſetzt. Die Chlorkohlenſtoffſäure iſt aber eine ſtärkere Säure, als die Kohlenſäure, denn ſie ſättigt viermal mehr Ammoniak und zerſetzt außerdem das kohlenſaure Ammoniak, indem es die Kohlenſäure austreibt.

Verbindungen von Chlor und Kohlenſtoff.

(Chlorures de carbone.)

Man kennt deren drei, wovon Faraday zwei darſtellte; die dritte konnte noch nicht direkt bereitet werden.

514. Chlorkohlenſtoff. Dieß iſt eine farbloſe, ſehr durchſichtige Flüſſigkeit, deren Dichtigkeit 1,55 und das Strahlenbrechungsvermögen 1,487 beträgt. Sie ſiedet bei

71° c und wird bei 18° unter Null noch nicht feſt. Durch Glühhitze wird ſie faſt nicht verändert.

Das Waſſer, die alkaliſchen Auflöſungen und die Säuren löſen ſie nicht auf, der Alkohol aber, der Äther und die Öle löſen viel davon auf. Der Waſſerſtoff und Sauerſtoff zerſetzen ſie bei hoher Temperatur; erſterer bildet Chlorwaſſerſtoffſäure und Kohle, der zweite Kohlenſäure und Chlor. Demungeachtet iſt dieſer Stoff nicht verbrennlich, denn er brennt nur, ſo lange man ihn in die Flamme einer Alkohollampe hält, wo er dem Einfluß des Waſſerſtoffs des Alkohols und des Sauerſtoffs der Luft ausgeſetzt iſt. Sein Dampf detonirt, wenn er mit Sauerſtoff und Waſſerſtoff gemengt iſt und man elektriſche Funken durchſchlagen läßt, man bedient ſich dieſes Mittels auch ſehr zweckmäßig, um ihn zu analyſiren. Es bildet ſich Chlorwaſſerſtoffſäure und Kohlenſäure. Viele Metalle zerſetzen ihn ebenfalls in der Wärme; es bilden ſich Chlormetalle und der Kohlenſtoff wird frei. Unter dem Einfluß des Sonnenlichts wird das Chlor in Anderthalbchlorkohlenſtoff verwandelt. Der Chlorkohlenſtoff beſteht aus:

1 At. Chlor	= 221,32
1 At. Kohlenſtoff	= 37,66
	258,98

Man erhält den Chlorkohlenſtoff, indem man den Anderthalbchlorkohlenſtoff in der Glühhitze zerſetzt. Man läßt dieſen Körper als Dampf in eine Porzellanröhre treten, welche mit Porzellanſtückchen angefüllt iſt; er wird dadurch groſſentheils zerſetzt, läßt Chlor fahren und geht in Chlorkohlenſtoff über, welchen man in einer kalten, fünf oder ſechsmal gebogenen Röhre auffängt. Faſt das ganze Produkt verdichtet ſich in den beiden erſten Biegungen; jedoch bleibt immer Chlor und etwas Anderthalbchlorkohlenſtoff beigemengt. Um ihn zu reinigen, verſtopft man die Glasröhre an dem einen Ende und läßt ihn darin ſieden, wobei das Chlor entweicht. Iſt die in der Röhre enthaltene Luft farblos, ſo ſchließt man das andre Ende der Röhre, welches dünn ausgezogen iſt, und ſo hat man im Apparat einen luftleeren Raum. Mittelſt dieſer Vorſicht kann man den Chlorkohlenſtoff von einer

Biegung der Röhre zur andern durch die bloße Wärme der Hand, ſo oft man will, deſtilliren. So wird er vollſtändig vom Anderthalbchlorkohlenſtoff getrennt. Man erkennt, daß der Chlorkohlenſtoff rein iſt, wenn er an der Luft ohne Rückſtand verdampft.

515. Anderthalbchlorkohlenſtoff. Dieſer iſt feſt, durchſichtig, farblos, in kleinen Prismen oder Tafeln kryſtalliſirt. Seine Grundgeſtalt iſt das Octaeder. Seine Dichtigkeit iſt ungefähr gleich 2; ſein Strahlenbrechungsvermögen 1,576. Er iſt ſehr zerreiblich; ſein Geruch nähert ſich dem des Kamphers; ſein Geſchmack iſt ſchwach.

Er ſchmilzt bei 160° C und ſiedet bei 182°. Die Glühhitze verwandelt ihn in Chlor und Chlorkohlenſtoff. Sauerſtoff, Waſſerſtoff, Waſſer, Alkohol, Äther, die Öle, die Säuern und Alkalien wirken auf ihn, wie auf den Chlorkohlenſtoff. Das Chlor bleibt unverändert. Das Jod verwandelt daſſelbe bei einer Hitze von ohngefähr 180° in Chlorjod und Chlorkohlenſtoff. Der Schwefel und Phosphor wirken ebenſo:

Es wird gebildet aus:

3 At. Chlor	=	663,96
2 At. Kohlenſtoff	=	75,33
		739,29

Den Anderthalbchlorkohlenſtoff erhält man, indem man ein Gemenge aus 8 bis 9 Vol. Chlor auf 1 Vol. Zweifachkohlenwaſſerſtoffgas den Sonnenſtrahlen ausſetzt. Es bildet ſich Chlorwaſſerſtoffſäure und Chlorkohlenſtoff. Man erhält ihn noch leichter und in größerer Menge, wenn man einen Strom von Chlor in eine Flaſche treten läßt, welche Waſſer und Chlorkohlenwaſſerſtoff enthält, und man den Apparat der Sonne ausſetzt. Bald erſcheinen Kryſtalle von Anderthalbchlorkohlenſtoff, während das Waſſer Chlorwaſſerſtoffſäure aufnimmt. Sobald das Chlor keine Wirkung mehr ausübt, ſcheidet man das ſaure Waſſer ab, wäſcht den Anderthalbchlorkohlenſtoff, drückt ihn zwiſchen Fließpapier aus und ſublimirt ihn. Würde er ſauer ſeyn, ſo müßte man ihn in Alkohol auflöſen und mit alkaliſchem Waſſer niederſchlagen.

516. Halbchlorkohlenſtoff. Dieſer iſt weiß, federartig oder nadelförmig kryſtalliſirt. Nachdem er geſchmozen iſt, kocht er bei einer Temperatur von 175—200° C. Bei 120° C ſublimirt er ſich langſam, ohne zu ſchmelzen und kryſtalliſirt dann in ſchönen Nadeln. In der Rothglühhitze wird er in Kohle und Chlor zerſetzt. Der Sauerſtoff wirkt in der Wärme oder mittelſt des elektriſchen Funkens ſo darauf ein, daß ſich dieſe Verbindung in Chlor und Kohlenſäure verwandelt. Phosphor, Eiſen, Zinn, Kalium zerſetzen ihn; es erzeugen ſich dabei Kohle und Chlorverbindungen. Chlor äuſſert keine Wirkung auf ihn; außerdem gleicht er hinſichtlich ſeiner übrigen Eigenſchaften den vorhergehenden Verbindungen des Kohlenſtoffs mit Chlor.

Er iſt zuſammengeſetzt aus

2 At. Kohlenſtoff	=	75,33
1 At. Chlor	=	221,32
		296,65

Man hat dieſe Chlorverbindung nicht direkt darſtellen können, ſondern ſie erzeugte ſich unter ganz beſondern Umſtänden. In der Salpeterſäurefabrik des Hrn. Julin in Åbo in Finland wurde ſie zuerſt beobachtet. Man bereitet daſelbſt das Scheidwaſſer durch Zerſetzung des Salpeters mittelſt ſchwefelſauren Eiſens; der dazu angewendete Apparat iſt derſelbe, den wir (330) beſchrieben haben. Wendet man hierbei den Vitriol von Fahlun an, der ſtets noch etwas Schwefelkies enthält, ſo ſublimirt ſich dabei Schwefel, der ſich in der erſten Röhre des Woulf'ſchen Apparats abſetzt; außerdem verdichtet ſich in der zweiten Röhre des nämlichen Apparates Halbchlorkohlenſtoff, deſſen Quantität aber ſo gering iſt, daß ſie kaum einige Körnchen bei jeder Operation beträgt.

Schwefelkohlenſtoff.

(Sulfures de carbone.)

Wahrſcheinlich exiſtiren zwei Verbindungen des Kohlenſtoffs mit Schwefel, die einfache Verbindung iſt genau gekannt, dagegen kennt man die andere, welche mehrere An-

theile Schwefel enthält, noch wenig, da ſie noch nicht analyſirt worden iſt.

Kohlenſtoffſchwefel.

(Synonyme. Schwefelhaltiger Schwefelkohlenſtoff. Persulfure de carbone.)

517. Dieſe Verbindung iſt tropfbar, ölig, gelblich, ſchwerer als Waſſer, durchſichtig und opaliſirend. Erhitzt, zerſetzt ſie ſich in Schwefel, welcher ſich in Kryſtallen abſetzt und in Einfach-Schwefelkohlenſtoff, der ſich verflüchtigt. Der Alkohol und Äther präzipitiren auch den Schwefel daraus. Vielleicht iſt dieſer Körper nur eine bloße Auflöſung des Schwefels im gewöhnlichen Schwefelkohlenſtoff.

Einfach-Schwefelkohlenſtoff.

(Synon. Schwefelalkohol. Sulfure de carbone.)

518. Der Einfach-Schwefelkohlenſtoff iſt ein höchſt merkwürdiger Körper. Er iſt tropfbar, farblos, beſitzt ungefähr die Flüſſigkeit des Schwefeläthers. Seine Dichtigkeit iſt 1,263. Er ſiedet unter gewöhnlichem Luftdruck ſchon bei 45° C; ſeine Spannkraft iſt auch ſehr bedeutend und wird bei einer Temperatur von 22,5° C durch 0,318 Meter ausgedrückt. Die Dichtigkeit ſeines Dampfes iſt nach Gay-Luſſac gleich 2,67. Der ſtinkende Geruch dieſes Körpers hat viel Ähnlichkeit mit dem des verfaulten Kohls und iſt deshalb merkwürdig und charakteriſtiſch.

Der Schwefelkohlenſtoff wird nicht durch die Hitze zerſetzt; wird ſein Dampf mit Sauerſtoff oder Luft gemengt, ſo entzündet ſich derſelbe mit ſehr ſtarker Detonation, indem ſich Kohlenſäure und ſchweflichte Säure erzeugt. Da ſeine Spannkraft ſehr beträchtlich iſt, ſo kann ſchon eine an die Mündung des Gefäßes, in welchem er ſich befindet, gehaltene brennende Kerze ihn entflammen. Er brennt dann ruhig, indem ſich viel ſchweflichte Säure und Kohlenſäure erzeugt und zuletzt etwas Schwefel ſich abſetzt.

Das Waſſer äußert keine Wirkung auf den Schwefelkohlenſtoff; es löſt wenigſtens nur ſehr kleine Mengen da-

von auf, obgleich es den Geruch deſſelben annimmt und ſehr lange beibehält. Dagegen löſen der Alkohol, Äther und die Öle ſehr viel von dieſem Körper auf.

Der Einfach-Schwefelkohlenſtoff iſt zuſammengeſetzt aus

1 At. Schwefel	=	201,16	oder	84,23
1 At. Kohlenſtoff	=	37,66		15,77
1 At. Schwefelkohlenſtoff	=	238,82		100,00

519. Man erhält den gewöhnlichen Schwefelkohlenſtoff durch zwei verſchiedene Methoden, die jedoch mit einander gemein haben, daß man den Schwefel dampfförmig in der Rothglühhitze mit Kohlenſtoff zuſammen bringt.

Das erſte Verfahren beſteht darin, daß man in eine thönerne Retorte ein Gemenge von gepulvertem Schwefelkies und Kohlenpulver bringt. Man paßt in die Retorte einen gläſernen Vorſtoß und verbindet mit dieſem wieder einen tubulirten Glasballon, von welchem eine Röhre in eine mit Waſſer gefüllte Flaſche geht. Nun erhitzt man nach und nach die Retorte bis zur Rothgluth, der Schwefel entbindet ſich jetzt aus dem Schwefelkies und verbindet ſich mit einem großen Theil der Kohle, wodurch Schwefelkohlenſtoff gebildet wird, der als Dampf mit überſchüſſigem Schwefel in die Vorlage geht. Der Letztere verdichtet ſich in dem Vorſtoße, während der Schwefelalkohol ſich im Ballon oder der Flaſche kondenſirt, welche man ſorgfältig mit kaltem Waſſer umgiebt.

Bisweilen bereitet man ſich auch Schwefelkohlenſtoff mittelſt eines vielleicht minder leichten Verfahrens. Der dazu verwendete Apparat beſteht aus einer Porzellanröhre, welche man in einen Reverberirofen ſo legt, daß ſie etwas gegen den Horizont geneigt iſt. Am untern Ende deſſelben befeſtigt man einen gebogenen Vorſtoß, welcher in eine bis zu zwei Drittheilen mit Waſſer gefüllte Flaſche taucht, die mit einer geraden Röhre zum Behufe der Gasentbindung verſehen iſt. Man füllt die Porzellanröhre mit wohlausgeglühter Kohle, erhitzt bis zur Rothgluth, bringt dann einige Schwefelſtücke in das andere dem Vorſtoß entgegengeſetzte Ende der Röhre und verſchließt zuletzt die Öffnung feſt durch einen Korkſtöpſel. Bald ſchmilzt nun der Schwefel, verflüchtigt ſich nud geht dampfförmig durch die weißglühende Röhre. Ein

Theil geht unverändert durch die Röhre und verdichtet ſich in dem Vorſtoß, der andere bildet Schwefelkohlenſtoff, der ſich ind er erkalteten Flaſche kondenſirt. Wenige Augenblicke nachher öffnet man die Röhre und bringt aufs neue Schwefel wie vorher hinein, wodurch die Reaktion beider Körper aufs neue beginnt. Auf dieſe Weiſe fährt man 10—12 Stunden lang fort und erhält ſo eine ziemliche Menge Schwefelkohlenſtoff.

Bei beiden Verfahrungsarten entbindet ſich zugleich Kohlenwaſſerſtoff= und Schwefelwaſſerſtoffſäure, welche vom Waſſerſtoff herrühren, der im Schwefel und in der Kohle enthalten iſt, außerdem auch ſchweflichte Säure, Kohlenſäure, Kohlenoxyd und Stickſtoff, Produkte der in den Gefäßen enthaltenen Luft. Im zweiten Falle erzeugen ſich dieſe Gaſe in größerer Menge als im erſten, weil beim jedesmaligen Öffnen des Apparates, Behufs der Einbringung des Schwefels, Luft in die Röhre kömmt.

Da bei beiden Experimenten freier Schwefel mit übergeht, ſo iſt das erhaltene Produkt anfangs noch Kohlenſtoffſchwefel. Vom Waſſer wird derſelbe durch bloßes Dekantiren geſchieden, hierauf in eine Retorte gebracht und deſtillirt. Der Schwefelüberſchuß bleibt zurück, um den Schwefelkohlenſtoff jedoch ganz rein zu haben, wiederhohlt man die Deſtillation 2 bis 3 mal.

Behandelt man nach Zeiſe den Schwefelkohlenſtoff, der in Alkohol aufgelöst iſt, mit einer Auflöſung von Ätzkali in Weingeiſt, ſo bilden ſich neue Salze. Wendet man ſtatt Kali Ammoniak an, ſo erzeugen ſich ebenfalls beſondere Verbindungen. (Schweiggers Journal Bd. 41. S. 98 und 170.)

Nach dieſen Beobachtungen ſcheint es, daß der Einfach=Schwefelkohlenſtoff oder wenigſtens irgend ein Schwefelkohlenſtoff ſich mit Waſſerſtoff verbinden könne, um eine Waſſerſtoffſäure zu bilden, welcher Zeiſe den Namen Xanthogenwaſſerſtoffſäure gab, indem er die Verbindung von Schwefel und Kohlenſtoff, welcher ein Beſtandtheil dieſer Säure iſt, Xanthogen nannte, wegen ſeiner Ähnlichkeit mit den Cyanogen. Das Xanthogen bildet mit vielen Metallen gelbe Verbindungen, deren wir hier nur beiläufig Erwähnung thun; es ſind dieſelben noch nicht hinlänglich analyſirt

worden und müſſen aufs Neue unterſucht werden, um die Theorie ihrer Entſtehung und der Wechſelwirkungen, welche ſie veranlaſſen, aufzuhellen.

Cyan oder Stickſtoffkohlenſtoff.

(Synon. Cyanogen. Blauſtoff. Franz. Cyanogène, Azoture de carbone.)

520. Das Cyan wurde in der neuern Zeit erſt entdeckt; man verdankt ſeine Entdeckung Gay-Luſſac, der dieſen Körper ſowohl, als ſeine höchſt merkwürdigen Eigenſchaften auf eine ſo umfaſſende Weiſe kennen lehrte, daß ſelbſt diejenigen Chemiker, welche ſich der noch etwas zweifelhaften Theorie der Waſſerſtoffſäuren am hartnäckigſten widerſetzten, ſich von der Wahrheit derſelben überzeugten.

Das Cyan iſt vielleicht diejenige Verbindung, welche die meiſte Belehrung für die Chemie darbietet. Es iſt zur Genüge bewieſen, daß es kein einfacher Körper iſt; durch einfache Experimente läßt ſie die Gegenwart des Stickſtoffs und Kohlenſtoffs in demſelben darthun, allein nichts deſtoweniger ſpielt es in den meiſten Fällen die Rolle eines Elementarſtoffes. Überall, wo es nicht in ſeiner elementaren Miſchung verändert wird, verhält es ſich wie Chlor, Brom und Jod. Verglichen mit dieſen Körpern, ſpielt es eine ſo ähnliche Rolle, daß man eigentlich an der Einfachheit derſelben zweifeln und vermuthen ſollte, daß ſie vielleicht einſt in ähnliche Beſtandtheile wie das Cyanogen zerlegt werden könnten.

Beſſer noch wird man ſich von der Wahrſcheinlichkeit dieſer Anſichten überzeugen, wenn man die Verbindungen des Chlors, Broms und Jods mit den ähnlichen Verbindungen des Cyans vergleicht, was wir hier aus dieſem Grunde, und weil das Berlinerblau (ein Cyaneiſen) in der Technik eine äußerſt wichtige Rolle ſpielt, ausführlich thun wollen.

521. Eigenſchaften. Das Cyan iſt gasförmig durch Kälte oder Druck läßt es ſich in eine tropfbare Flüſſigkeit, ja ſelbſt in einen ſtarren Körper verwandeln. Sein Geruch kann nicht wohl beſchrieben werden, er iſt ſehr ſtark und durchdringend; in Waſſer aufgelöst ſchmeckt es äußerſt ſtechend;

es iſt entzündlich und brennt mit einer bläulichen ins Purpurne ſpielenden Flamme; ſeine Dichtigkeit iſt 1,8064.

Das Cyanogen wird ſelbſt bei ſehr hoher Temperatur noch nicht zerſetzt; das Waſſer löst bei 20° C vier und ein halb mal ſein Volum von dieſem Gaſe auf; reiner Alkohol dagegen nimmt das 20fache ſeines Volums auf. Der Schwefeläther und das Terpentinöl abſorbiren davon ungefähr ſo viel als das Waſſer.

Die Lakmustinktur wird durch Cyanogen geröthet. Erwärmt man die Auflöſung, ſo entbindet ſich das Gas gemengt mit etwas Kohlenſäure und die blaue Farbe des Lakmus erſcheint wieder. Ohne Zweifel entſteht die Kohlenſäure durch die Zerſetzung eines kleinen Antheils Cyan mittelſt Waſſer.

Das Cyan kann bei gewöhnlicher Temperatur mit Sauerſtoff gemengt werden, ohne eine Veränderung zu erleiden. Nicht ſo verhält es ſich, wenn man die Temperatur des Gemenges bis zur Rothgluth ſteigert oder einen elektriſchen Funken durch daſſelbe ſchlagen läßt. Es findet in dieſem Falle eine heftige Detonation ſtatt, der Stickſtoff wird frei und es erzeugt ſich Kohlenſäure. Bringt man Cyan mit Sauerſtoff im Augenblick des Gaswerdens und mit einer Salzbaſe zuſammen, ſo verbindet ſich der Sauerſtoff mit dem Cyan und es bildet ſich cyanichte Säure.

Der Waſſerſtoff und das Cyan wirken ebenfalls nur aufeinander im Augenblick ihres Gaswerdens und es erzeugt ſich dann Cyanwaſſerſtoffſäure.

Trocknes Chlor und Cyan wirken nicht aufeinander, dagegen im feuchten Zuſtande dem Sonnenlichte ausgeſetzt, findet eine langſame Reaktion Statt und es erzeugt ſich eine gelbe Flüſſigkeit und ein weißer ſtarrer Körper, welche beide noch nicht näher unterſucht worden ſind. Im Augenblick des Gaswerdens verbindet ſich das Cyan mit Chlor und bildet Chlorcyan; auf gleiche Weiſe wirken auch Brom und Jod, wenigſtens dann, wenn ſie mit gerade ſich entbindendem Cyan in Berührung kommen.

Der Schwefel zeigt keine Wirkung auf gasförmiges Cyan, verbindet ſich aber mit demſelben, wenn es noch an Metalle

gebunden iſt und erzeugt dann Schwefelcyan. Ganz ſo verhält ſich Selen.

Phosphor, Stickſtoff, Kohlenſtoff, Bor und Kieſel äuſſern weder in der Kälte noch in der Wärme eine Wirkung auf das Cyan.

Unter den zuſammengeſetzten Körpern, welche wir bisher betrachtet haben, ſind nur wenige mit dem Cyan in Berührung gebracht worden.

Das Cyan verbindet ſich mit dem Schwefelwaſſerſtoffgas, allein nur langſam: man erhält eine gelbe Subſtanz in äußerſt feinen verworren kryſtalliſirten Nadeln, welche ſich im Waſſer auflöst, das ſalpeterſaure Blei nicht fällt, mit Eiſenſalzen keinen blauen Niederſchlag erzeugt und aus einem Volum Cyan und anderthalb Volum Schwefelwaſſerſtoffgas beſteht.

Ammoniakgas und Cyan wirken aufeinander, ſobald man beide miteinander miſcht, allein es ſind zur vollſtändigen Reaktion mehrere Stunden Zeit erforderlich. Anfangs wird ein weißer dicker Dampf ſichtbar, der ſchnell wieder verſchwindet: die Volumverminderung iſt beträchtlich und die Wände der Glasröhren, worin man das Gemenge macht, werden undurchſichtig, indem ſie ſich mit einer braunen feſten Maſſe überziehen. Zu dieſer Verbindung wird eine Maaß Cyan und anderthalb Maaß Ammoniak erfordert.

Das Waſſer wird davon dunkel orangefarb tingirt, obgleich ſich nur wenig darin auflöst. Die Flüſſigkeit wird durch Eiſenſalze nicht blau gefärbt.

Vorzüglich mit den Metallen bildet das Cyan Verbindungen, welche näher betrachtet zu werden verdienen; wir werden uns ſpäter mit dieſen den Chlormetallen ſo äußerſt ähnlichen Körpern beſchäftigen. Hauptſächlich unter Mitwirkung der Metalle bildet ſich eigentlich das Cyan, wie wir ſpäter bei Betrachtung des Cyankaliums ſehen werden (S. Kalium). Der Stickſtoff und Kohlenſtoff ſcheinen in der That ein zu geringes Vereinigungsſtreben zu beſitzen, als daß ſie ſich ohne Beihülfe einer disponirenden Verwandtſchaft verbinden könnten.

522. Zuſammenſetzung. Läßt man 1 Volum Cyan mit $2\frac{1}{2}$ Volum Sauerſtoff über Queckſilber detoniren, ſo bilden ſich 2 Volume Kohlenſäure; nachdem man dieſe durch Ätzkali abſorbirt hat, ſo bleibt ein Gas zurück, von dem der Phosphor noch ein halbes Volum verſchluckt, nämlich Sauerſtoffgas. Der aufs Neue gewonnene Rückſtand iſt nun 1 Volum Stickſtoff; mithin iſt das Cyan zuſammengeſetzt aus 2 Vol. Kohlenſtoffdampf und 1 Vol. Stickſtoff, welche in ein einziges Vol. verdichtet ſind, oder aus

2 At. Kohlenſtoff	=	75,33	oder	45,98
1 At. Stickſtoff	=	88,52		54,02
		163,85		100,00

523. Bereitung. Man erhält gewöhnlich das Cyan aus Cyanqueckſilber, welches ſich mit Hülfe der Wärme in Queckſilber und Cyan zerſetzt. Das neutrale und vollkommen trockne Cyanqueckſilber entbindet nur Cyan; iſt daſſelbe aber feucht, ſo liefert es zugleich Kohlenſäure, Ammoniak und viel Blauſäuredampf.

Erhitzt man Cyanqueckſilber in einer kleinen Glasretorte oder in einer am einen Ende zugeſchmolzenen Glasröhre, ſo fängt es bald an ſchwarz zu werden, ſchmilzt gleich einer thieriſchen Subſtanz und das Cyan entbindet ſich dann reichlich. Hat man nicht zu ſtark erhitzt, ſo iſt das Gas rein; allein wenn die Hitze ſo bedeutend war, daß das Glas faſt zum Schmelzen gebracht wurde, ſo würde ſich zugleich etwas Stickſtoff entbinden. Es verflüchtigt ſich Queckſilber und Kohle bleibt immer in fein zertheiltem kienrußähnlichen Zuſtande zurück.

Außer dieſem Verfahren, welches Gay-Luſſac anwendete, müſſen wir auch das von Döbereiner empfohlene hier anführen. Miſcht man ſauerkleeſaures trocknes Ammoniak mit dem Zwanzig- oder Dreiſſigfachen ſeines Gewichts konzentrirter Schwefelſäure und erhitzt das Gemenge langſam, ſo entbindet ſich Cyan. Das oxalſaure Ammoniak kann auch als eine Verbindung von Waſſer und Cyan betrachtet werden; die Schwefelſäure bewirkt hierbei die Waſſerbildung und folglich auch die des Cyans. Das ſo bereitete Gas

enthält jedoch immer etwas Kohlenſäure und Kohlenoxyd, welche man nicht davon trennen kann.

Cyanwaſſerſtoffſäure.

(Synon. Blauſäure, Hydrocyanſäure. Lat. Acidum hydrocyanicum. Franz. Acide hydrocyanique.)

524. Eigenſchaften. Es iſt eine farbloſe Flüſſigkeit, von ſtarkem Geruch, anfangs kühlenden, dann brennenden Geſchmack; ſie iſt vielleicht das ſtärkſte der bekannten Gifte. Ein einziger Tropfen in den Rachen eines Hundes gebracht, reicht ſchon hin, um ihn nach einigen Sekunden zu tödten. Eine gleiche Menge in die Venen eingeſpritzt, ſtreckt das Thier todt nieder, als wenn es vom Blitz oder von einer Kanonenkugel getroffen worden wäre. Wenn man nur in ſehr kleinen Doſen Blauſäuredampf athmet, wird die Zunge, der Rachen und ſelbſt die Lunge faſt wie vom Schlage gelähmt, was erſt nach einigen Stunden wieder verſchwindet. Die vom Dampfe berührten Theile ſcheinen der Senſibilität beraubt zu ſeyn und verurſachen den zunächſt liegenden Theilen das Gefühl eines ganz fremden dem Organismus nicht angehörigen Körpers. Das Ammoniak zerſtört beinahe plötzlich die Wirkung der Cyanwaſſerſtoffſäure, allein die Anwendung dieſes Mittels muß unmittelbar, nachdem das Gift genommen iſt, erfolgen.

Ihre Dichtigkeit bei 7° C iſt 0,7058 und bei 18° iſt ſie nur 0,6969; bei 26,5° kocht ſie und bei 15° unter Null erſtarrt ſie. Sie kryſtalliſirt dann regelmäßig und nimmt zuweilen die nadelförmige Geſtalt des ſalpeterſauren Ammoniaks an. Wenn ſich die Blauſäure in Dampf verwandelt, ſelbſt wenn die Temperatur der Luft 20° iſt, ſo erzeugt ſie ſo viel Kälte, daß ſie theilweiſe gefriert, was man leicht beobachten kann, wenn man einen Tropfen Säure an das Ende eines Papierſtreifen oder einer Glasröhre bringt. Sie röthet das Lakmus ſchwach; die rothe Farbe verſchwindet aber wieder in dem Maaße, als die Säure verdampft. Die Dichtigkeit ihres Dampfes beträgt 0,9476, die der Luft als 1 geſetzt.

Dieſe Säure, ſelbſt bei Ausſchluß der Luft, zerſetzt ſich bisweilen ſchon innerhalb einer Stunde; nichts deſtoweniger aber läßt ſie ſich zuweilen doch acht bis vierzehen Tage unverändert aufbewahren.

Bei ihrer Zerſetzung wird ſie zuerſt rothbraun, färbt ſich immer dunkler und ſetzt endlich eine beträchtliche Menge kohlige Maſſe ab, welche das Waſſer ſo wie die Säuren ſtark färbt und einen ſtarken Ammoniakgeruch ausſtößt. Iſt die Flaſche, welche die Säure enthält, nicht hermetiſch verſchloſſen, ſo bleibt zuletzt nur eine trockne kohlige Maſſe zurück, welche das Waſſer nicht mehr färbt.

Die Cyanwaſſerſtoffſäure liefert bei ihrer Zerſetzung Ammoniak, welches mit einem Theil Säure verbunden bleibt und blauſaures Ammoniak bildet, außerdem aber zeigt ſich als Rückſtand eine kohlige Materie, welche ſtickſtoffhaltig ſeyn muß, weil ſich kein Stickſtoff entbindet. Da das Ammoniak aus 3 Volumen Waſſerſtoff und einem Vol. Stickſtoff beſteht, während die Blauſäure dieſe beiden Elemente zu gleichen Theilen enthält, ſo müſſen nothwendiger Weiſe die zwei Drittheile des Stickſtoffs mit der Kohle verbunden bleiben und mithin einen Kohlenſtickſtoff bilden.

Die Cyanwaſſerſtoffſäure wird durch die galvaniſche Säule in Cyan und Waſſerſtoff zerſetzt. Auch die Rothglühhitze wirkt auf gleiche Weiſe, jedoch nur ſehr unvollkommen. Kohlenſtoff ſetzt ſich ab, Stickſtoff und Waſſerſtoff entbinden ſich in Begleitung des größten Theils der angewandten Säure.

Der Dampf dieſer Säure mit Sauerſtoff oder atmosphäriſcher Luft gemengt, detonirt entweder in der Rothglühhitze oder durch den elektriſchen Funken. Es bildet ſich Waſſer, Kohlenſäure und Stickſtoff wird frei. In Berührung mit der Luft fängt dieſe Säure bei Annäherung eines brennenden Körpers ſogleich Feuer.

Waſſerſtoff, Phosphor, Iod, Stickſtoff, Bor, Kieſel und Kohlenſtoff äußern keine Wirkung auf ſie.

Durch Chlor wird die Blauſäure in Chlorcyan und in Salzſäure verwandelt. Wahrſcheinlich verhält ſich Brom auf gleiche Weiſe. Vom Schwefeldampf wird ſie abſorbirt, bildet einen ſtarren Körper, der wahrſcheinlich dem ähnlich iſt, welcher

ſich bei Vereinigung des Cyans mit Schwefelwaſſerſtoff erzeugt.

Das Waſſer und der Alkohol löſen die Blauſäure in allen Verhältniſſen auf.

Auf die Metalle und Metalloxyde wirkt ſie in den meiſten Fällen wie die Chlorwaſſerſtoffſäure.

525. Zuſammenſetzung. Dieſe iſt ganz einfach, denn die Cyanwaſſerſtoffſäure beſteht aus

1 At. Cyan	= 163,85	oder	96,34
1 At. Waſſerſtoff	= 6,24		3,66
2 At. Cyanwaſſerſtoffſäure	= 170,09		100,00

oder wohl auch aus

2 At. Kohlenſtoff	= 75,33	oder	44,27
1 At. Stickſtoff	= 88,52		52,07
1 At. Waſſerſtoff	= 6,24		3,66
2 At. Cyanwaſſerſtoffſäure	= 170,09		100,00

Man beweist dieß leicht, indem man ſie mittelſt Kupferoxyd nach Art animaliſcher Subſtanzen analyſirt.

526. Bereitung. Man erhält dieſe Säure vollkommen rein, wenn man Cyanqueckſilber durch Chlorwaſſerſtoffſäure zerſetzt. Der hierzu zweckdienliche Apparat beſteht aus einer tubulirten Retorte, welche das Gemenge aufnimmt; an ihrem Halſe iſt eine horizontale ungefähr 6 Dezimeter lange Röhre angebracht, welche anderthalb Centimeter innern Durchmeſſer hat. Das erſte Drittel der Röhre von der Retortenmündung iſt mit kleinen Stücken von weißem Marmor gefüllt, welches beſtimmt iſt, die Salzſäure zurückzuhalten, die ſich vielleicht entbinden könnte, was man jedoch zu vermeiden ſuchen muß, denn wenn die Kohlenſäure des Marmors ſich mit dem Dampf der Blauſäure vermengte, würde ſie ihre Verdichtung verhindern. Die beiden andern Drittheile der Röhre enthalten geſchmolzenes Chlorkalium in kleinen Stücken zur Abſorption der Waſſerdämpfe, welche die ſich entbindende Blauſäure mit ſich fortreißen könnte. Am äußern Ende dieſer gekrümmten Röhre iſt ein kleiner Rezipient zur Aufnahme der Säure angebracht. Man muß denſelben mit einer kaltmachenden Miſchung oder wenigſtens mit Eis umgeben, damit ſich wo möglich alles verdichte.

Die Säure kondenſirt ſich gewöhnlich im erſten Theil der Röhre am Marmor, allein eine gelinde Wärme bewirkt, daß ſie nach und nach die Röhre ihrer ganzen Länge nach durchläuft, um in die Vorlage zu gelangen. Man nimmt weniger Salzſäure als eigentlich zur gänzlichen Zerſetzung des Cyanquekſilbers nöthig iſt. Der Rückſtand wird zur Bereitung von wäßriger Blauſäure angewendet. Gewöhnlich nimmt man 3 Theile Cyanquekſilber und 2 Theile konzentrirte Salzſäure.

Bei dieſer Operation bildet ſich ſtets etwas chlorwaſſerſtoffſaures Chlorquekſilber, während der Waſſerſtoff eines Theils der Säure ſich mit dem Cyan vereinigt, um Cyanwaſſerſtoffſäure zu bilden.

Vauquelin hat eine andere Verfahrungsart vorgeſchlagen: er zerſetzt das Cyanquekſilber durch Schwefelwaſſerſtoffgas; hierbei bildet ſich Schwefelquekſilber und Blauſäure. Der Apparat beſteht aus einer horizontalen Röhre, welche an einem Ende gebogen iſt, um in den erkalteten Rezipienten, wie gewöhnlich, zu gehen. Am andern Ende iſt eine Röhre angebracht, welche ganz trockne Schwefelwaſſerſtoffſäure hinzuführt. In die horizontale Röhre bringt man das trockne und pulveriſirte Cyanquekſilber und hierauf auch trocknes kohlenſaures Blei, welches beſtimmt iſt, die Schwefelwaſſerſtoffſäure zu abſorbiren, welche der Reaktion des Cyanquekſilbers entgangen iſt; endlich thut man noch geſchmolzenes Chlorcalcium in die Röhre, um das Waſſer, welches die Säure enthalten könnte, aufzufangen. Man ſorgt dafür, daß ſich die Schwefelwaſſerſtoffſäure langſam entbindet und erhitzt die Röhre ihrer ganzen Länge nach gelinde.

527. Natürliches Vorkommen.

Die Blauſäure exiſtirt, doch wie es ſcheint in noch nicht genau gekannter Verbindung, in den Kirſchlorbeerblättern (prunus laurocerasus), den bittern Mandeln, den Kernen der ſchwarzen Kirſchen (prunus avium), den Blättern, Blüthen und Kernen des Pfirſichbaums und in mehrern andern ähnlichen Pflanzen. Wir werden darauf bei den ätheriſchen Ölen wieder zurückkommen.

Cyanichte Säure. *)

(Synon. Lat. Acidum cyanosum. Franz. Acide cyaneux.)

528. Dieſe merkwürdige von Wöhler entdeckte Säure beſteht aus

2 At. Cyan	4 At. Kohlenſtoff	=	150,66 oder	35,29
	2 At. Stickſtoff	=	177,04	41,18
1 At. Sauerſtoff		=	100,00	23,53
			427,70	100,00

Wöhler konnte ſie nicht iſolirt darſtellen; die Salze, welche ſie bildet, ſind jedoch ſehr beſtändig; werden dieſelben mit einer mächtigen Säure in Berührung gebracht, um die cyanichte Säure daraus zu entbinden, ſo wirkt letztere auf das Waſſer und verwandelt ſich dann in Ammoniak und Kohlenſäure mit ſolcher Schnelligkeit, daß man dem Anſcheine nach eigentlich glauben ſollte, man hätte mit einem kohlenſauren Salze operirt. Vielleicht iſt es jedoch nicht ganz unmöglich, die cyanichte Säure noch zu iſoliren, denn Wöhler hat beobachtet, daß die cyanichtſauren Salze, wenn ſie mit Schwefelſäure behandelt werden, einen Eſſiggeruch ausſtoßen, welches auf einen Antheil unzerſetzter Säure hindeutet. Ihre Reaktion auf das Waſſer iſt übrigens ganz einfach, wie aus folgender Tafel zu erſehen iſt:

Angewendete Produkte.

1 At. Cyanichte Säure	4 At. Kohlenſtoff
	2 At. Stickſtoff
	1 At. Sauerſtoff
6 At. Waſſer	6 At. Waſſerſtoff
	3 At. Sauerſtoff

Erhaltene Produkte.

4 At. Kohlenſäure	4 At. Kohlenſtoff
	4 At. Sauerſtoff
4 At. Ammoniak	6 At. Waſſerſtoff
	2 At. Stickſtoff

*) Dieſe Säure heißt im Originale noch Cyanſäure, da aber unterdeſſen von Serullas ein Verbindung des Cyans mit 2 Atomen Sauerſtoff dargeſtellt wurde, ſo muß die bisher gekannte Säure „cyanichte Säure" genannt werden. A. d. E.

Die cyanichte Säure erzeugt ſich unter verſchiedenen Umſtänden: 1.) wenn man Cyan in eine alkaliſche Auflöſung ſtreichen läßt. In dieſem Falle erhält man ein Cyanmetall und ein cyanichtſaures Salz; außerdem bilden ſich noch verſchiedene zufällige Produkte, die von der Zerſetzung des Cyanmetalls und des cyanichtſauren Salzes ſelbſt herrühren, wodurch auch die Reſultate ſehr verwickelt werden.

Unter dieſen Produkten findet man ſtickſtoffhaltige Kohle, welche die Flüſſigkeit und die Salze braun färbt und außerdem noch kohlenſaure Metallſalze oder kohlenſaures Ammoniak. Die ſtickſtoffhaltige Kohle rührt von der Zerſetzung des Cyanmetalls her; die Kohlenſäure und das Ammoniak dagegen vom zerſetzten cyanichtſaurem Salze.

Die cyanichte Säure bildet ſich 2.) leichter noch, wenn man ein Gemenge von gleichen Theilen waſſerfreiem Cyaneiſenkalium und Manganſuperoxyd, beide fein pulveriſirt, bis zur dunkeln Rothgluth erhitzt. Die Maſſe wird, nachdem ſie erkaltet iſt, mit Alkohol von 86° nach Gay-Luſſacs Aräometer behandelt. Man läßt die Flüſſigkeit aufkochen, filtrirt nachher und erhält dann nach dem Erkalten derſelben cyanichtſaures Kali in weißen kryſtalliniſchen Schuppen.

Die cyanichte Säure ſcheint ſich auch zu bilden, wenn man Chlor-, Brom- und Jod-Cyan mit wäßrigen Auflöſungen der Alkalien behandelt.

Cyanſäure *).

(Synonyme. Lat. Acidum cyanicum. Franz. Acide cyanique.)

528. a. Eigenſchaften. Dieſe erſt jüngſt von Serullas entdeckte Säure iſt für ſich darſtellbar und unterſcheidet ſich ſchon darin weſentlich von der vorigen. Sie iſt feſt, ſehr weiß und kryſtalliſirt aus konzentrirten Auflöſungen in Rhomboedern, durch Sublimation aber in zarten Nadeln; obgleich wenig auflöslich und mithin kei-

---

*) Wir ſchalten dieſe im Originale noch nicht aufgeführte und unterdeſſen entdeckte Säure hier ein, theils der Vollſtändigkeit wegen, theils weil ſie einen wichtigen Beitrag zur weitern Kenntniß des ſo merkwürdigen Cyans liefert. A. u. E.

nen charakteriſtiſchen Geſchmack beſitzend, röthet ſie doch das Lakmuspapier. Ihre Dichtigkeit iſt geringer, als die der Schwefelſäure, weßhalb ſie in derſelben ſchwimmt.

In einer Temperatur, die den Siedepunkt des Queckſilbers überſteigt, verflüchtigt ſie ſich, und wenn ſie ſtark erhitzt wird, läßt ſie etwas Kohle zurück; iſt die Cyanſäure nicht ganz trocken, ſo bildet ſich Ammoniak und Kohlenſäure und zwar in dem Verhältniß als ſie Waſſer enthält.

Durch Salpeterſäure wird ſie weder in der Kälte noch in der Wärme zerſetzt; auch die Schwefelſäure wirkt nicht auf dieſe Säure ein. In kochender Schwefelſäure löst ſie ſich zwar auf, allein beim Erkalten kryſtalliſirt ſie wieder daraus unverändert.

Aus dem Verhalten gegen dieſe beiden Säuren ergiebt ſich zur Genüge, daß die Cyanſäure äuſſerſt beſtändig iſt.

Mit Kalium zuſammengebracht wird ſie zerſetzt und es bildet ſich Cyankalium und Kali.

Mit den Baſen bildet ſie cyanſaure Salze, die ſowohl durch ihre kryſtalliniſche Form, als durch ihre merkwürdigen chemiſchen Eigenſchaften ſcharf charakteriſirt ſind.

Auf den thieriſchen Organismus ſcheint ſie keinen beſondern Einfluß zu äußern.

528 b. Zuſammenſetzung. Behandelt man die Cyanſäure gleich organiſchen Stoffen mit Kupferoxyd und Kupferſpänen in der Hitze, ſo erhält man 2 Maaß Kohlenſäure und 1 Maaß Stickſtoffgas, mithin beſteht ſie aus

1 At. Cyan	163,85	oder	62,10
1 At. Sauerſtoff	100,00		37,90
	263,85		100,00

528 c. Bereitung. Man erhält die Cyanſäure, wenn man Cyanchlorid mit vielem Waſſer gelinde kocht. Damit ſich vor Zerſetzung deſſelben nichts mit dem Waſſerdampf verflüchtige, nimmt man einen Kolben mit ſehr langem Halſe, in welchem ſich die verflüchtigten Theile wieder verdichten und herabrinnen können. Man erhält die Flüſſigkeit ſo lange im Sieden, bis der eigenthümliche Geruch dieſer Verbindung ganz verſchwunden iſt. Da das Cyanchlorid das Waſſer zerſetzt, ſo erhält man ein Gemenge von Chlorwaſſerſtoffſäure

und Cyanſäure; dieſes wird in einer Porzellanſchale zur Trockne abgedunſtet, um die Salzſäure größtentheils zu verjagen. Während des Abdunſtens kryſtalliſirt die Cyanſäure mitten in der Salzſäure. Man wäſcht dieſelbe nachher mit wenig kaltem Waſſer zu wiederholten Malen ſo lange, bis das Waſchwaſſer nur noch durch ſalpeterſaures Silber einen leichten in Salpeterſäure auflöslichen und in Ammoniak unlöslichen Niederſchlag giebt. Die ſo gewonnene Säure löſt man im warmen Waſſer auf, filtrirt und dampft ſie bis auf einen gewiſſen Grad ein, wo ſich dann die reine Cyanſäure beim Erkalten in kleinen rhomboidalen, durchſichtigen, an der Luft ausblühenden Cryſtallen abſetzt.

Die Cyanſäure läßt ſich auch aus ihrer Verbindung mit Baryt durch Schwefelſäure abſcheiden, wie dieß bei andern Säuren der Fall iſt.

Knallſäure.

(Acide fulminique.)

529. Gay-Luſſac und Liebig bezeichneten mit dieſem Namen eine äußerſt merkwürdige und außerordentlich detonirende Verbindung in welcher dieſe Chemiker

2 At. Cyan
1 At. Sauerſtoff

gefunden haben, d. h. Cyan und Sauerſtoff in demſelben Verhältniß, welches zur Bildung der cyanichten Säure erforderlich ſeyn ſollte. Man würde demnach die Knallſäure und die cyanichte Säure als gleich zuſammengeſetzt betrachten müßen. Das neutrale cyanichtſaure Silber und das neutrale knallſaure Silber ſind in der That auch auf dieſelbe Weiſe zuſammengeſetzt; allein obgleich dieſe neue cyanichte Säure hinſichtlich ihrer quantitativen Miſchung, ſowie ihrer Sättigungscapazität, ſich wie die vorige verhält, ſo unterſcheidet ſie ſich doch außerdem durch alle ihre übrigen Eigenſchaften, ſo weit man dieß aus den Salzen beſtimmen kann, welche beide bilden, indem man ſie ſelbſt noch nicht iſolirt darſtellen konnte.

Wir wollen ſie nun mit einander vergleichen, um ihre Verſchiedenheiten kennen zu lernen, indem wir zugleich noch

bemerken, daß die knallſauren Salze den cyanichtſauren, und die doppeltknallſauren'| den doppeltcyanichtſauren entſprechen und daß man mit verſchiedenen Namen Körper bezeichnet, welche in Abſicht auf ihre Miſchung einander ganz gleich ſind.

Das knallſaure Silber, Queckſilber, Zink und wahrſcheinlich alle andern knallſauren Salze ſind unter Einwirkung der Hitze und des Stoßes ſehr detonirend; auf gleiche Weiſe verhalten ſich auch die aus einem Alkali und einem der vorerwähnten Oxyde beſtehenden knallſauren Doppelſalze. Das knallſaure Queckſilber, unter dem Namen von Knallqueckſilber bekannt, wird zur Verfertigung der Zündhütchen zu Flinten mit Perkuſſionsſchlöſſern angewendet.

Die cyanichtſauren Salze ſind nicht detonirend.

Werden die knallſauren Salze mit unauflöslicher Baſis durch die Alkalien behandelt, ſo verlieren ſie nur die Hälfte ihrer Baſis und bilden knallſaure Doppelſalze. Unter gleichen Umſtänden zerſetzen ſich dagegen die cyanichtſauren gänzlich.

Behandelt man das knallſaure Silber durch Schwefelſäure oder Oxalſäure ſo bildet ſich Blauſäure und Ammoniak; die cyanſauren Salze geben Kohlenſäure und Ammoniak. Wird das knallſaure Silber mit Chlorwaſſerſtoffſäure und Jodwaſſerſtoffſäure behandelt, ſo bildet ſich viel Cyanwaſſerſtoffſäure und außerdem noch eine ſaure Verbindung, welche Cyan und Chlor oder Jod zu enthalten ſcheint. In beiden Fällen beſitzt die Verbindung die Eigenſchaft, die Eiſenoxydauflöſung zu röthen. Die Schwefelwaſſerſtoffſäure zerſetzt gleichfalls dieß knallſaure Salz unter Erzeugung einer neuen, Schwefel und Cyan enthaltenden Säure, welche die Eiſenoxydſalze röthet; während der Reaktion entbindet ſich jedoch keine Cyanwaſſerſtoffſäure.

Die cyanichtſauren Salze verhalten ſich nicht ähnlich, wenigſtens wirkt die Chlorwaſſerſtoffſäure auf dieſelben, wie die Schwefelſäure.

Wird knallſaures Silber mit ſchwefelſaurem Kali gemengt, um das Detoniren zu verhüten und dann erhitzt, ſo liefert es Kohlenſäure, Stickſtoff und Silbercyanür, welches ſehr beſtändig iſt und nur ſchwer durch Hitze zerſtört werden kann.

Das cyanichtſaure Silber wird langſam reduzirt und verwandelt ſich in metalliſches Silber, Kohle, Kohlenſäure und Stickſtoff.

Dieſe Thatſachen zeigen zur Genüge, daß dieſe beiden Säuren mit Ausnahme ihrer gleichen Zuſammenſetzung nichts mit einander gemein haben. Man muß deshalb annehmen, daß, da beide dieſelben Beſtandtheile in demſelben quantitativen Verhältniß aufzuweiſen haben, übrigens aber zwei ganz verſchiedene Verbindungen ſind, die kleinſten Theilchen ohne Zweifel nicht auf gleiche Weiſe verdichtet oder untereinander geordnet ſind.

Da man die Knallſäure nicht für ſich darſtellen kann und die Bereitung der knallſauern Salze eine nähere Betrachtung erheiſcht, ſo werden wir deren Beſchreibung erſt ſpäter liefern (S. Silber, Queckſilber).

Es exiſtirt eine Säure unter dem Namen Kohlenſtickſtoffſäure, welche Liebig entdeckte; ſie enthält auch Kohlenſtoff, Sauerſtoff und Stickſtoff, allein Stickſtoff und Kohlenſtoff ſind darin nicht in dem Verhältniß, um Cyan zu bilden; deshalb iſt es zweckgemäßer dieſen Körper in der organiſchen Chemie erſt aufzuführen.

Chlorcyan.

(Chlorures de cyanogène.)

539. **Cyanchlorür** (Protochlorure de cyanogène.) *)

Die erſten Unterſuchungen über dieſen Körper verdanken wir Berthollet; ſpäter haben Gay-Luſſac und Serullas uns die Haupteigenſchaften deſſelben kennen gelehrt. Das Cyanchlorür iſt bei gewöhnlicher Temperatur gasförmig; es iſt farblos, riecht unerträglich, erregt Thränen und erzeugt, mit der Haut in Berührung gebracht, einen heftigen

*) Dieſe Verbindung iſt im Originale als Chlorure de cyanogène aufgeführt, weil früher bloß eine Verbindung des Cyans mit Chlor bekannt war, neuerdings aber erſt eine zweite (Cyanchlorid) von Serullas entdeckt wurde, die wir hier aufnahmen, weil ſie zur Bereitung der Cyanſäure angewendet wird. A. u. E.

Schmerz, wenn dieſe nur ganz leicht aufgeritzt iſt. Es iſt ſehr giftig als wäßrige Auflöſung. Ein bis zwei Gran davon können ſchon ein Kaninchen tödten. Die Dichtigkeit dieſes Gaſes iſt gemäß der Proportion ſeiner Miſchungstheile = 2,116.

Bei 18° unter Null wird das Cyanchlorür ein feſter Körper; es kryſtalliſirt dann in ſehr langen durchſichtigen Nadeln. Bei 12—15° unter Null wird es wieder tropfbar und ſteigt die Temperatur noch um einige Grade, ſo nimmt es ſeinen urſprünglichen gasförmigen Zuſtand wieder an. Unter einem Druck von 4 Atmosphären wird es gleichfalls tropfbar und zwar noch bei 20° C über Null.

Das Cyanchlorür verändert die Farbe des Lakmus weder im trocknen noch feuchten Zuſtand. Das Waſſer löst das zwanzigfache, Alkohol das hundertfache ſeines Volums auf, ohne eine ſichtbare Veränderung, ſelbſt nach ziemlich langer Zeit, zu erleiden. Durch Kochen ſondert ſich das Cyanchlorür aus ſeiner wäßrigen Auflöſung, was zugleich ein Mittel an die Hand giebt, dieſe Subſtanz von andern gleichzeitig ſich bildenden Subſtanzen zu ſcheiden. Es verwandelt ſich ſtets auch dadurch ein Theil in Kohlenſäure, Chlorwaſſerſtoffſäure und Ammoniak.

Das Kali verwandelt das Cyanchlorür in Chlorkalium und in cyanichtſaures Kali. Behandelt man dieſe Chlorverbindung mit einer konzentrirten Kaliauflöſung und hierauf durch eine Säure, ſo entbindet ſich ſchnell Kohlenſäure (S. Cyanichte Säure). Dieſe merkwürdige Eigenſchaft, welche das Verhältniß zwiſchen Chlor und Cyan in dieſer Verbindung feſtſtellt, findet ſich in denjenigen Körpern wieder, welche wir nun betrachten wollen.

Das Cyanchlorür beſteht aus

1 At. Chlor	=	221,32	oder	57,46
1 At. Cyan	=	163,85		42,54
2 At. Cyanchlorür	=	385,17		100,00

nämlich aus 1 Vol. Chlor und 1 Vol. Cyan, ohne weitere Verdichtung.

531. Man erhält das Cyanchlorür auf verſchiedene Wei-

ſe, oder vielmehr bildet es ſich unter gewiſſen Umſtänden, die man näher kennen muß.

Berthollet nahm die Bildung desſelben in einem Gemenge von Chlor und wäßriger Cyanwaſſerſtoffſäure wahr. Auf dieſem Wege kann man es leicht darſtellen. Man läßt einen Strom Chlor in verdünnte Blauſäure ſo lange ſtreichen, bis Chlor im Überſchuß vorhanden iſt. Hierauf ſchüttelt man die Flüſſigkeit mit Queckſilber, um den Chlorüberſchuß wegzuſchaffen, dann deſtillirt man bei gelinder Wärme, indem man die Produkte durch eine mit Chlorkalcium gefüllte Röhre gehen läßt. Vorne in die Röhre bringt man einige Stückchen Kreide, um die Salzſäure zu abſorbiren, welche ſich entbinden könnte. Auf ſolche Weiſe hält man Letztere ſo wie die Waſſerdämpfe zurück; es bleibt dann nur ein Gemenge von Cyanchlorür und Kohlenſäure, welches man durch eine weite U förmige Röhre treibt, die bis 20° unter Null erkältet wird. Das Cyanchlorür verdichtet ſich in der gekrümmten Röhre, während ſich die Kohlenſäure verflüchtigt. Nachher iſolirt man die gekrümmte Röhre vom Apparat, verkorkt ſie auf einer Seite, bringt an die andere eine zweite Röhre an, um das Gas aufzufangen, nimmt das Ganze aus der kaltmachenden Miſchung und während ſo das Cyanchlorür allmählig Gasgeſtalt annimmt, kann man es über Queckſilber aufſammeln.

Die bei dieſer Operation Statt findenden Reaktionen wären ganz einfach, wenn das Chlor die Cyanwaſſerſtoffſäure nur in Chlorwaſſerſtoffſäure und Cyanchlorür verwandelte; allein mit Hilfe der Wärme und vielleicht unter Einwirkung der Chlorwaſſerſtoffſäure verwandelt ſich das Cyanchlorür zum Theil vermöge der Waſſerzerſetzung, in Kohlenſäure, die ſich entbindet und in chlorwaſſerſtoffſaures Ammoniak, welches in der Auflöſung zurück bleibt. Man kann dieſe Wechſelwirkung weiter in folgender Tafel ſtudiren, wo man die angewendeten Produkte in vertikaler und die erhaltenen in horizontaler Richtung aufgeführt findet.

		2 At. Cyanchlorür		4 At. Waſſer
2 At. Chlorwaſſerſtoffſ.	=	1 At. Chlor	+	1 At. Waſſerſt.
2 At. Ammoniak	=	1 At. Stickſtoff	+	3 At. Waſſerſt.
2 At. Kohlenſäure	=	2 At. Kohlenſtoff	+	2 At. Sauerſtoff

Die Menge des ſo zerſtörten Cyanchlorürs iſt bedeutend; man kann ſie auf ein Drittel derjenigen Quantität anſchlagen, welche in der Auflöſung anfänglich enthalten war. Man kann auch das Cyanchlorür auf eine andere von Serullas zuerſt angegebene Weiſe darſtellen. Man nimmt 5 bis 6 Gramme pulveriſirtes Cyanqueckſilber, bringt daſſelbe in eine mit reinem Chlorgas gefüllte Flaſche, von der Größe eines Liters und fügt die nöthige Menge Waſſer zu, um einen flüſſigen Brei zu bilden; man verkorkt die Flaſche und nachdem das Gemenge 10 bis 12 Stunden an einem dunklen Ort geſtanden, entfärbt es ſich gänzlich und verwandelt ſich in Queckſilberchlorid und Cyanchlorür. Hat man vom Cyanqueckſilber einen beträchtlichen Überſchuß angewendet, ſo bleibt kein freies Chlor zurück; allein die Flaſche kann Luft enthalten und außerdem Chlorwaſſerſtoffſäure und Cyan in Folge einiger zufälliger Reaktionen. Um beide davon zu ſcheiden, taucht man die Flaſche in eine kaltmachende Miſchung von 20° unter Null. Das Cyanchlorür kryſtalliſirt an den Wänden derſelben, worauf man ſie mit bis zu —20° erkaltetem Queckſilber füllt und ſo die fremdartigen Gaſe austreibt. Endlich bringt man an die Flaſche eine gekrümmte Röhre, nimmt die Flaſche aus der kaltmachenden Miſchung und erwärmt ſie nun durch Kohle, die man rings herum ihr nähert; hiedurch nimmt nun das Chlorür ſeinen gasförmigen Zuſtand wieder an und kann jetzt über dem Queckſilber aufgefangen werden.

531 a. Cyanchlorid. (Perchlorure de cyanogène) Dieſe Verbindung wurde erſt neuerdings von Serullas zuerſt dargeſtellt. Im reinen Zuſtande iſt das Cyanchlorid ganz weiß und nadelförmig kryſtalliſirt; ſein Geruch iſt ſtechend und ruft Thränen hervor, vorzüglich wenn es erhitzt wird; mit dem Chlor hat es einige Ähnlichkeit, ganz auffallend aber riecht es nach Mäuſen. Obgleich wenig löslich, hat es doch einen etwas pikanten Geſchmack, der an ſeinen

Geruch erinnert. Sein ſpezifiſches Gewicht iſt ungefähr 1,32; der Schmelzpunkt iſt 140° und der Siedepunkt 190°. Hat man es nicht deſtillirt und einige Zeit im verſchloſſenen Gefäße aufbewahrt, ſo entwickelt es beim Öffnen der Flaſche Chlorwaſſerſtoffſäure, was von der theilweiſen Zerſetzung durch etwas Waſſer, welches darin vielleicht noch enthalten ſeyn konnte, herrührt. Im kalten Waſſer iſt es wenig löslich, weit mehr dagegen im warmen, worin es ſich leicht zerſetzt; Alkohol und Äther löſen es auf, durch Waſſer kann es aber aus dieſen Auflöſungen wieder abgeſchieden werden.

Durch fortgeſetzte Einwirkung des Waſſers bei gewöhnlicher Temperatur, wird das Cyanchlorid allmählig zerſetzt. Bei anhaltendem Kochen verſchwindet daſſelbe ganz, ohne Gasentbindung, wobei ſich Chlorwaſſerſtoffſäure und Cyanſäure bildet. (528 c.)

Auf den thieriſchen Organismus wirkt es als ein ſtarkes Gift.

531 b. Um die quantitative Zuſammenſetzung dieſer Verbindung zu beſtimmen, behandelt man dieſelbe: 1) mit Ätzkali, Salpeterſäure und ſalpeterſaurem Silber, um den Chlorgehalt zu finden und 2) mit einem Gemenge aus Kupferoxyd und Kupferdrehſpänen in der Hitze, Behufs der Cyanbeſtimmung. Die Produkte ſind dann Chlorſilber, Kohlenſäure und Stickſtoff, woraus ſich ergiebt, daß das Cyanchlorid beſteht aus

2 At. Chlor	= 442,64	oder	72,98
1 At. Cyan	= 163,85		27,02
1 At. Cyanchlorid	= 606,49		100,00

531 c. Man bereitet das Cyanchlorid, indem man in eine mit trocknem Chlor gefüllte Flaſche reine nach Gay-Luſſac dargeſtellte Cyanwaſſerſtoffſäure gießt. Man muß hierbei die Vorſicht gebrauchen, die Flaſchen in Leinen einzuhüllen, weil dieſelben zu weilen beim Verſchließen mit Exploſion zerſpringen. Auf 1 Liter Chlorgas rechnet man 0,82 Gramm waſſerfreie Blauſäure. Am beſten gelingt das Experiment, wenn man auf eine Flaſche, welche einen reichlichen Liter enthält, 1 Gramm Cyanwaſſerſtoffſäure nimmt.

Sobald Chlor und Blauſäure mit einander in Berührung ſind, ſo wird die wohl verkorkte Flaſche dem Lichte ausgeſetzt; die Blauſäure verwandelt ſich in Gas, die Chlorfarbe verſchwindet allmählig und nach einigen Stunden bemerkt man an den Gefäßwänden eine waſſerhelle Flüſſigkeit, die nach und nach dicker wird und endlich als weiße mit glänzenden Kryſtallen gemengte Subſtanz erſcheint.

Vielleicht bildet ſich Chlorcyan von dreierlei Aggregatformen, da aber das Cyanchlorid das am wenigſten flüchtige iſt, ſo können die übrigen durch Deſtillation davon getrennt werden.

Nach Verlauf von 24 Stunden hat ſich der größte Theil des Cyanchlorids erzeugt; beſſer iſt es jedoch, das Gefäß noch einige Tage ſtehen zu laſſen, damit die Einwirkung möglichſt vollkommen Statt finde. Man öffnet dann die Flaſche und verjagt die gasförmige Salzſäure mittelſt eines Blaſebalgs daraus; hierauf bringt man etwas Waſſer nebſt vielen Glasſtücken hinein und ſondert durch Schütteln die an den Wänden adhärirende Maſſe ab, welche dann in eine Schale gegoſſen wird, um die Glasfragmente davon zu entfernen. Die erhaltene Subſtanz wird nun auf einem Filter ſo lange mit Waſſer ausgeſüßt, bis ſie aufhört das Lakmus zu röthen und das ſalpeterſaure Silber zu fällen. Die Waſchwaſſer werden bei Seite geſtellt, weil man ſie wieder anwenden kann. Die ausgewaſchene Subſtanz muß zwiſchen Filtrirpapier erwärmt und ſo lange gepreßt werden, bis ſie vollkommen trocken und in ein weißes Pulver verwandelt worden iſt. Man bringt ſie hierauf in eine kleine Retorte und erhitzt bis ſie ſchmilzt und ins Kochen geräth; es deſtillirt dann eine farbloſe Flüſſigkeit über, welche im Retortenhalſe oder in der kalt gewordenen Vorlage kryſtalliſirt. Um dieſe Verbindung rein zu erhalten, deſtillirt man zum zweiten Mal. Enthalten die angewendeten Stoffe Waſſer, ſo erhält man ſtatt Salzſäure und Cyanchlorid, ſalzſaures und blauſaures Ammoniak und Kohlenſäure. Auch muß man vermeiden im Verhältniß zum Chlor einen Überſchuß von Blauſäure anzuwenden.

Bromcyan.

(Bromure de cyanogène.)

532. Das Bromcyan, von Serullas entdeckt, iſt feſt, ſehr flüchtig (denn ſchon bei 15° C verdampft es), kryſtalliſirt in Würfeln oder langen Nadeln. Es iſt farblos und durchſichtig, hat einen ſtechenden durchdringenden Geruch und verurſacht ein ſtarkes Übelbefinden; im Waſſer und Alkohol iſt es auflöslich. Dieſer Körper iſt ſehr giftig, indem ſchon ein Tropfen zur Tödtung eines Kaninchens hinreicht. Eine konzentrirte Kaliauflöſung verwandelt denſelben in Bromkalium und cyanichtſaures Kali.

Man erhält das Bromcyan, wenn man Brom mit gepülvertem Cyanquecksilber zuſammen bringt. Die Einwirkung findet auf der Stelle unter Wärmeentbindung Statt. Um hierbei nichts zu verlieren, bringt man einen Theil des Broms in ein ganz kleines vor der Lampe geblaſenes Glaskölbchen, ſetzt dieſes in eine verkorkte Glasröhre, legt Glasſtücke darauf und dann 2 Theile Cyanquecksilber. Das andere Ende der Röhre wird nun gebogen und in eine Flaſche getaucht, die man durch eine Miſchung von Eis und Kochſalz erkältet hat; hierauf erwärmt man das Kölbchen gelinde, um das Brom über das Cyanquecksilber zu treiben und hiermit iſt der Verſuch beendigt. Das Bromcyan verdichtet ſich gänzlich in der erkälteten Flaſche. Die Produkte bei dieſer Operation ſind Bromquecksilber und Bromcyan.

Jodcyan.

(Jodure de cyanogène.)

533. Auch dieſer Körper iſt von Serullas entdeckt worden. Derſelbe iſt feſt, flüchtig, kryſtalliſirt in langen farbloſen durchſichtigen Nadeln. Durch zu ſchnelle Verdichtung ſetzt ſich der Dampf in ſchneeförmigen Flocken an; ſein Geruch iſt ſehr ſtechend; er reizt die Augen ſtark, ſchmeckt ätzend, iſt aber demungeachtet nicht ſehr giftig. Erhitzt man das Jodcyan an der Luft bis zur Rothgluth, ſo verwandelt es ſich in Jod, Stickſtoff und Kohlenſäure. Es löst ſich in Waſſer und

noch beſſer in Alkohol auf. Seine Auflöſungen ſind weder ſauer noch alkaliſch; durch flüſſiges konzentrirtes Kali wird es zerſetzt; es bildet ſich dann Jodkalium und cyanichtſaures Kali.

Die Salpeterſäure wirkt nicht auf daſſelbe ein; die konzentrirte Schwefelſäure verändert es nach und nach, wird roſenfarbig und präzipitirt Jod. Die Chlorwaſſerſtoffſäure verwandelt dieſe Verbindung in Jod und in Cyanwaſſerſtoffſäure. Mit Waſſer verdünnte Schwefelſäure bringt ſchnell dieſe Veränderung hervor. Trocknes Chlor äußert gar keine Wirkung auf das Jodcyan.

Es beſteht aus

1 At. Jod	=	783,35	oder aus	82,71
1 At. Cyan	=	163,85		17,29
1 At. Jodcyan	=	947,20		100,00

Man bereitet das Jodcyan indem man 2 Theile Cyanqueckſilber und 1 Theil Jod, beide etwas angefeuchtet, mit einander mengt. Das Gemenge wird in eine Retorte gethan und nachdem man den Hals derſelben in den einer groſſen Glocke gebracht hat, deren Öffnung mit einem Blatt Papier bedeckt iſt, erhitzt man langſam. Das Jodcyan ſetzt ſich in der Glocke in Form ſchneeartiger rother und roſenfarbener Flocken ab. Die Färbung rührt von geringen Antheilen von Jodqueckſilber her, welche man leicht durch neue Sublimation abſondern kann, die man im Marienbad oder auch wohl, um ſchneller zu operiren, in einem Schwefelſäurebad vornimmt.

Die Produkte dieſer Reaktion ſind Doppel-Jodqueckſilber und Jodcyan.

Schwefelcyan.

(Sulfure de cyanogène.)

534. Kennt man ein Schwefelcyan? Dieß iſt eine Frage, welche nähere Unterſuchung verdient, indem mehrere Körper geeignet zu ſeyn ſcheinen, dieſe intereſſante Verbindung herzuſtellen. Das Cyan und das Schwefelwaſſerſtoffgas verbinden ſich mit einander, allein es kann daraus kein Schwefelcyan hervorgehen (521).

Derjenige Körper, welchen man als Schwefelcyan betrachtet, iſt ein Beſtandtheil der ſogenannten ſchwefelblauſauern Salze; dieſe Körper ſcheinen aus einem metalliſchen Radikal, aus Schwefel und Cyan zu beſtehen. Hier folgt ein Beiſpiel hierzu:

Kalium	1	Atom
Schwefel	2	Atome
Cyan	2	Atome.

Es iſt in dieſer Verbindung ſo viel Schwefel um Doppelſchwefelkalium zu bilden und genug Cyan, um eine Cyanverbindung zu erzeugen.

Nachdem man bereits angenommen hat, daß das Cyan die Stelle eines einfachen Körpers ſpielt, ſo möchte es vielleicht etwas zweifelhaft erſcheinen, wenn man vom Schwefelcyan annimmt, daß es auf gleiche Weiſe ſich verhalte; allein zu dieſem Schluſſe wurde man durch die Verſuche geführt, welche Berzelius über dieſen Stoff angeſtellt hat. Dem zufolge muß man annehmen, daß wirklich eine Verbindung exiſtirt von

1 At. Cyan	= 163,85	oder	55,11
1 At. Schwefel	= 201,16		44,89
1 At. Schwefelcyan	= 365,01		100,00

535. Zwei Atome dieſer Verbindung mit 1 einzigen Atom Kalium vereinigt, bilden Schwefelcyankalium. Wird dieſes mit Waſſer und einer ſtarken Säure behandelt, etwa durch Schwefelſäure, ſo verwandelt es ſich in ſchwefelſaures Kali und in einen flüchtigen, ſauern Körper, welcher durch Deſtillation aufgefangen werden kann. Dieſer beſteht offenbar aus:

2 At. Cyan
2 At. Schwefel
2 At. Waſſerſtoff.

In der Schwefelcyanwaſſerſtoffſäure ſpielt das Schwefelcyan offenbar die Stelle eines einfachen Körpers. Stellt man zwiſchen dieſer Säure und der Cyanwaſſerſtoffſäure einen Vergleich an, ſo kann man ſich leicht einen richtigen Begriff von ihren Reaktionen machen. Erſtere iſt zuſammengeſetzt aus

1 At. Schwefelcyan	=	365,01
1 At. Waſſerſtoff	=	6,24
2 At. Schwefelcyanwaſſerſtoffſäure	=	371,25

angenommen, daß die Verbindung ohne Verdichtung vor ſich gehe.

Die Schwefelcyanwaſſerſtoffſäure hat noch nicht trocken dargeſtellt werden können. In wäßriger Auflöſung iſt ſie farblos, durchſichtig und riecht wie ſtarker Weineſſig; ihre Dichtigkeit im ſehr konzentrirten Zuſtand iſt gleich 1,02. Sie iſt flüchtig, allein bei jeder Deſtillation verliert ſie etwas Schwefel und zerſetzt ſich ſo theilweiſe.

Die charakteriſtiſche Eigenſchaft dieſer Säure iſt, daß ſie mit dem Eiſenoxyd eine dunkel karmoiſinrothe Verbindung giebt. Die Auflöſungen der Schwefelcyanverbindungen bringen mit allen aufgelöſten Eiſenoxydſalzen dieſelbe Wirkung hervor; allein ſie theilen dieſe Eigenſchaft auch mit andern Körpern (529) (S. Schwefelcyankalium).

Die Schwefelcyanwaſſerſtoffſäure iſt weſentlich von derjenigen Verbindung verſchieden, die durch Vereinigung des Cyans und der gasförmigen Schwefelwaſſerſtoffſäure erzeugt wird, indem auch das Miſchungsverhältniß ganz anders iſt.

Derſelbe Fall iſt auch mit der neuen Säure, welche man durch Behandlung des Knallſilbers mittelſt Schwefelwaſſerſtoffſäure erhält. Es geht hieraus hervor, daß wir mit der Kenntniß des Schwefelcyans noch nicht im Reinen ſind, und daß dieſer Körper noch weiter unterſucht werden muß.

Selencyan.

(Seleniure de cyanogène.)

536. Das Selen ſcheint gegen das Cyan ſich ganz wie der Schwefel zu verhalten, wie dieß aus Berzelius's Unterſuchungen hervorgeht. Es laſſen ſich Selencyanverbindungen darſtellen, allein ſie ſind viel weniger beſtändig als die Schwefelcyanverbindungen.

Zweytes Buch.

537. Unter den Künſten, welche zur Entwickelung der menſchlichen Geſellſchaft beigetragen haben, verdient die Kunſt Feuer zu erzeugen und deſſen Wirkungen unſern Bedürfniſſen angemeſſen anzuwenden, ohne Zweifel den erſten Rang. Mit Hülfe derſelben iſt es dem Menſchen möglich, in den für ſeine Conſtitution zu kalten Climaten zu wohnen und der ſtrengſten Kälte Trotz zu bieten; durch dieſelbe können wir uns eine Menge kräftiger und bequemer Werkzeuge erzeugen, um die ſich uns darbietenden Gegenſtände nach Gefallen zu formen. Mit den hierzu nöthigen Urſtoffen wird ein bedeutender Handel getrieben, und da deren Wiedererzeugung beſchränkt iſt, ſo iſt jede Erſparniß, die man beim Verbrauch derſelben einführt, ein Beitrag zum Wohlbefinden der Menſchheit.

Man kann die Temperatur eines Körpers auf mancherlei Weiſe erhöhen. Setzen wir jedoch die wärmende Kraft der Sonnenſtrahlen ſo wie die Wärme, welche ſich bei der Vereinigung ungleichnamiger Elektrizitäten entwickelt, bei Seite, ſo ſtehen uns nur Methoden, welche ſich auf die chemiſche Vereinigung der Körper unter ſich gründen, zu Gebote.

Die Temperatur wird jedesmal, wenn ſich zwei Körper miteinander verbinden, mehr oder weniger erhöht. Für beſagten Fall finden wir uns aber ökonomiſcher Rückſichten wegen, ſehr beſchränkt. Viele Körper geben im Augenblick ihrer chemiſchen Vereinigung große Mengen Wärme, allein man kann ſich ſolcher, die bei ihrer Entzündung der Geſundheit nachtheilige Verbindungen bilden, und derjenigen die zu viel koſten oder zu complicirte Apparate erfordern, nicht bedienen. Sonach eignet ſich allein der Kohlenſtoff und Waſſerſtoff als Brennmaterial und der in der Luft verbreitete

Sauerſtoff als die Verbrennung bedingender Körper. Nach einer ſehr weiſen Einrichtung, die man nicht genug bewundern kann, erhalten dieſe Körper durch den Vegetationsact immer wieder ihre urſprüngliche Geſtalt, wie ſie auch immer durch die Verbrennung zerſetzt werden mögen und daher beſitzt der Menſch eine unerſchöpfliche Wärmequelle. Doch muß er ſie auch zweckmäßig benutzen, um ſie recht Vielen zugänglich zu machen.

Zur Erzeugung der Wärme wendet man gewöhnlich Kohle, Holz, Torf und Steinkohlen an. Bei der vollkommenen Verbrennung giebt die Kohle Kohlenſäure, die übrigen der genannten Körper aber Kohlenſäure und Waſſer. Dieſe vollkommne Verbrennung iſt jedoch ſehr ſchwer zu bewerkſtelligen, daher die bedeutenden Wärmeverluſte. Geſchieht übrigens die Verbrennung vollkommen, ſo muß man darauf achten, die Wärme einzig auf den Gegenſtand, den man ihrer Einwirkung ausgeſetzt hat, zu richten, außerdem hat man nochmals Wärmeverluſt.

Wir haben nun die verſchiedenen Brennmaterialien in Rückſicht auf ihre Entſtehung und ihre chemiſchen Eigenſchaften zu unterſuchen. Wir müſſen ferner die verſchiedenen Apparate und die Einrichtungen, welche am geeignetſten ſind, die vollkommene Verbindung der Kohle oder des Waſſerſtoffs mit dem Sauerſtoff der Luft zu bewirken, ſtudiren, ſo wie auch die zweckmäßigſten Vorrichtungen kennen lernen, mittelſt welcher man entwickelte Wärme auf die zu erwärmenden Körper übertragen kann.

Beleuchtung und Heitzung ſind ſo innig mit einander verbunden, daß wir erſtere hier ſchon vollſtändig betrachten zu können glaubten, allein ſo leicht es übrigens auch iſt, alles was die Gasbeleuchtung betrifft, zu erklären, ohne mehr als das vorhergehende Buch nöthig zu haben, ſo iſt es doch nicht der Fall mit der Beleuchtung aus fetten Körpern, wozu man ſich, um alle die verſchiedenen Erſcheinungen zu verſtehen, über die Natur dieſer Körper ſelbſt Kenntniß erworben haben muß, was jedoch erſt ſpäter geſchehen kann (Siehe Öle, Wachs, organiſche Säuren). Wir kommen daher ſpäter auf die gewöhnliche Beleuchtungsme-

thode zurück, welche in ſehr vieler Hinſicht von der Gasbeleuchtung, welche man ſeit einigen Jahren ausübt, abweicht und betrachten dieſe neue Methode hier, als zur Geſchichte der Kohlenwaſſerſtoffe gehörig, welche im vorigen Buche beſchrieben ſind.

In Folge deſſen wollen wir das Holz, die Kohle, den Torf und die Steinkohlen näher unterſuchen, ſo wie die Veränderungen kennen lernen, welche dieſe Körper erleiden, wenn ſie als Brennmaterial gebraucht werden.

Capitel I.

Von den verſchiedenen Holzarten, und ihrer Anwendung als Brennmaterialien.

538. Wenn wir uns mit der organiſchen Chemie beſchäftigen werden, wollen wir das Holz in Hinſicht auf deſſen Zuſammenſetzung, deſſen Verhalten zu andern Körpern, vorzüglich zu den Säuren, Alkalien ꝛc. näher betrachten. Hier ſollen nur die Eigenſchaften beſchrieben werden, welche, wenn wir es zum Brennen oder zum Verkohlen anwenden, zu wiſſen nöthig ſind.

Die gewöhnlichen Brennhölzer muß man vorzüglich als aus Faſerſtoff beſtehend betrachten, mit einem geringern oder größern Waſſergehalt, der bei einer Temperatur von 100° verflüchtigt werden kann, nebſt einem geringen Theil im Waſſer auflöslicher Salze und einigen mineraliſchen Subſtanzen, welche die Aſche bilden. Oft iſt das Holz auch mit Harz imprägnirt. Das quantitative Verhältniß dieſer verſchiedenen Körper wechſelt.

539. Die ſogenannten grünen Hölzer oder diejenigen, welche ſo eben geſchlagen ſind, enthalten eine anſehnliche Quantität freies Waſſer; ſie verlieren es aber größtentheils, wenn man ſie einige Zeit der atmoſphäriſchen Luft ausſetzt. Im Allgemeinen führen grüne Hölzer 40 pCt. Waſſer, bei den an der Luft gelegenen kann man den Waſſergehalt $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{8}$ ihres Gewichts, je nach der Art und nachdem ſie alt ſind, ſchätzen. Übrigens können ſie liegen ſo lange als ſie wollen, ſo enthalten ſie doch eine Quantität Waſſer, die den 4ten oder 5ten Theil ihres Gewichts gleich ſeyn wird. Sonach führen alle Brennhölzer $\frac{1}{4}$ ihres Gewichts freies Waſſer.

Bei einer Temperatur von 100° wird es verflüchtiget. Läßt man aber das Holz nachher aufs Neue an der Luft lie-

gen, ſo nimmt es wieder eine Portion Waſſer auf, die ohngefähr 10 pCt. beträgt. *)

540. Das Verhältniß der Aſche wechſelt mit der Natur des Holzes; es iſt in derſelben Holzart verſchieden, je nachdem das Holz alt iſt und bleibt nach den Unterſuchungen von Theod. de Sauſſure, ſich auch nicht gleich in den vorzugsweiſe ſogenannten Holztheilen und der Rinde. Nach dieſem berühmten Beobachter finden ſich

				Aſche
in 1000	Theilen,		jungen abgeſchälten eichenen Aſten	4 Thle.
- 1000	—	—	Rinde davon	60 —
- 1000	—	—	eines eichenen Stammes 2 Decimeter Durchmeſſer	2 Thle.
- 1000	—	—	Rinde davon	60 —

Nach Berthier, deſſen Reſultate wir der Vollſtändigkeit halber noch mittheilen (Ann. de chim. et de phys. t. 32. p 248.) geben.

1000	Theile	Lindenholz	50	Thle.	Aſche.
—	— —	Eichenholz	25	—	—
—	— —	Nußbaumholz	16	—	—
—	— —	wildes Ebiſchholz	12	—	—
—	— —	Birkenholz	10	—	—
—	— —	Tannenholz	8	—	—

Die Art der Aſchen iſt, wie wir ſpäter ſehen werden, nach den Holzarten verſchieden. Im allgemeinen kann man ſie aber aus viel kohlenſauren Talk oder Kalk, mit ein wenig phosphorſaurem Kalk, ſalzſauren- ſchwefelſauren- und kohlenſauren Kali, mit freier oder an das Kali oder Kalk gebundener Kieſelerde betrachten.

541. Was die im Waſſer oder Alkohol auflöslichen Theile betrifft, ſo enthalten die gewöhnlichen Brennhölzer deren nur ſehr wenig. Die harzi en Hölzer, wie die Fichte und Kiefer, führen jederzeit eine im Alkohol auflösliche Maſ-

---

*) Nach Marcus Bull (Bulletin de la Sociéte d'Encouragement 1827. pag. 80.) enthalten Hölzer von geringem ſpezifiſchen Gewicht das meiſte Waſſer. Jedoch ſcheinen alle Holzarten, wenn ſie vorher bei 100° getrocknet und nachher der Luft ausgeſetzt waren, dieſelbe Menge Waſſer (bis 10 pr. Cent. je nachdem die Jahreszeit iſt) zu abſorbiren. A. u. E.

ſe, ohne Zweifel in ſehr abweichenden Verhältniſſen, worüber uns jedoch zuverläſſige Reſultate fehlen, mit ſich. Da übrigens die in Waſſer oder Alkohol auflöslichen Körper ſelbſt brennbar ſind, mit Ausnahme der in den Aſchen befindlichen Salze, ſo folgt aus dem Vorhergehenden, wenn das gewöhnliche Brennholz 2 bis 3 pCt. Aſche und 20 bis 25 pCt. freies Waſſer enthält, daß noch 78 oder 73 pCt. Holzfaſer oder Brennmaterial bleiben.

342. Die Beſtandtheile der Holzfaſer glauben wir hier noch mittheilen zu müſſen. Sie ſind außerordentlich zuverläſſig durch die Herren Gay-Luſſac und Thénard beſtimmt worden. Aus ihren Unterſuchungen folgt, daß alle Holzfaſern, wenn auch von verſchiedenen Pflanzen, dieſelben Beſtandtheile enthalten. Sie haben in dieſer Hinſicht ſehr viele Vegetabilien unterſucht, wiewohl ſie nur 2 Analyſen, die wir hier mittheilen, bekannt gemacht haben.

Die Analyſen wurden mit bei 100° getrocknetem Holz angeſtellt.

	Holzfaſer der Eiche.	Holzfaſer der Buche.	Mittel.
Kohlenſtoff	52,53	51,45	52
Sauerſtoff und Waſſerſtoff in dem Verhältniß um Waſſer zu bilden	47,47	48,55	48
	100,00	100,00	

oder auch

	Eiche	Buche	Mittel
Kohlenſtoff	52,53 . .	51,45 . . .	52,0
Waſſerſtoff	5,27 . .	5,41 . . .	5,3
Sauerſtoff	42,20 . .	43,14 . . .	42,7
	100,00	100,00	100.

Der faſerige Theil des Holzes kann ſonach angeſehen werden, als eine Zuſammenſetzung aus 52 Theilen Kohlenſtoff und 48 Waſſer, oder wenigſtens Sauer- und Waſſerſtoff in den Verhältniß, um Waſſer zu bilden. Das mit dieſen Analyſen im genaueſten Zuſammenhang ſtehende Reſultat in Bezug auf's Heitzen, wird gefunden, wenn man die obigen Data mit den Produkten der vollſtändigen Verbrennung des

Holzes vergleicht. Dieſe Produkte ſind Kohlenſäure und Waſſer. Der Sauer- und Waſſerſtoff ſind ohne Einfluß, weil ſie ſich ſchon in den erforderlichen Verhältniſſen verbunden vorfinden. Weit entfernt den Hitzgrad zu erhöhen, abſorbiren ſie, indem ſie ſich als Waſſerdämpfe verflüchtigen, noch eine große Menge Wärme; es iſt ſonach der Kohlenſtoff allein, welcher beim Verbrennen des Holzes Hitze entwickelt. 100 Theile trocknes Holz geben aber 52 Kohlen, welche zu ihrer vollkommenen Verbrennung 138 Sauerſtoff erfordern und ſo viel Hitze entwickeln, um 4888 Theile Eis zu ſchmelzen oder um eine um den vierten Theil geringere Quantität Waſſer, d. h. 3666 Theile von 0° auf 100° zu erheben. Die Reſultate von Rumford und Haſſenfratz ſtimmen mit dieſer Theorie überein. Rumford erhielt jederzeit 3600 und 3680, wenn er trocknes Holz anwendete; Haſſenfratz fand unter denſelben Umſtänden 3675. Nach Péclet werden $\frac{3}{4}$ der erzeugten Wärme durch das Gas fortgeführt, und $\frac{1}{4}$ zerſtreute ſich durchs Ausſtrahlen. Wir werden aber ſpäter ſehen, daß dieſes Verhältniß nicht konſtant iſt (546).

543. Es iſt, obigen Analyſen zu Folge, erwieſen, daß, wenn auch im Holze Waſſerſtoff und Sauerſtoff nicht als Waſſer vorhanden ſind, ſie ſich doch hinſichtlich ihrer Verdichtung dieſer Verbindung ſo ſehr nähern, daß der Unterſchied unmerklich iſt. Hieraus folgt als beſtimmte Regel: daß die durchs Verbrennen einer Holzart erzeugte Wärme ziemlich beſtimmt voraus geſagt werden kann, wenn man die Dichtigkeit dieſes Holzes unterſucht; denn das Waſſer, ſowohl das hygrometriſche als wirklich chemiſch gebundene kann die Dichtigkeit des Holzes nur wenig verändern und es muß ein größeres ſpecifiſches Gewicht ſtets einem größern Kohlengehalt zugeſchrieben werden. Auch hat Rumford, indem er mit der nöthigen Vorſicht arbeitete, jederzeit das ſpecifiſche Gewicht der Holzfaſer identiſch gefunden, kaum von 1,46 bis 1,53 abweichend und es könnte ſonach die wahre Dichtigkeit des naſſen Holzes ſeinen Werth ausdrücken; es iſt indeß ſehr ſchwer, ſie zu beſtimmen. Die Räume, welche die Faſern unter ſich laſſen, füllen ſich nicht aus; daraus folgt, daß die meiſten Holzarten in der Maſſe leichter als Waſſer ſind, welches,

wenn man ſie blos nach ihrer chemiſchen Zuſammenſetzung betrachtet, nicht ſeyn kann.

Folgende Tabelle giebt uns die Dichtigkeit verſchiedener Holzarten nach Briſſon.

Art des Holzes.	Dichtigkeit.	Art des Holzes.	Dichtigkeit.
Granatenbaum . . .	1,35	Ahorn	0,75
Ebenholz, Pockholz .	1,33	Kirſchbaum	0,75
Holl. Buchsbaum . .	1,32	Orangebaum	0,70
60. Jahr alte Eiche .	1,17	Quittenbaum	0,70
Miſpelbaum	0,94	Ulme.	0,67
Olivenbaum	0,92	Frz. Nußbaum . . .	0,67
Franzöſ. Buchsbaum	0,91	Birnbaum	0,65
Span. Maulbeerbaum	0,89	Span. Cypreſſenbaum	0,64
Buche	0,85	Linde	0,60
Eſche	0,84	Haſelnuß	0,60
Erle	0,80	Weide	0,58
Span. Taxusbaum .	0,80	Tanne	0,55
Äpfelbaum	0,79	Span. Pappel . . .	0,52
Holländ. Taxusbaum	0,78	Pappel	0,38
Pflaumenbaum . . .	0,78	Korkbaum	0,24

Rückſichtlich ihrer weſentlichen Beſtandtheile ſind alle dieſe Hölzer beinahe ganz gleichartig und man ſieht daher, daß die Dichtigkeit der Maſſen durchaus keine Anwendung, wenigſtens keine genaue für die Beurtheilung des Brennholzes giebt; denn alle Hölzer, welche leichter als Waſſer ſind, nehmen an ſpecifiſchem Gewicht zu, ſobald man ſie anfeuchtet, während es ſich doch verringern ſollte. Man kann ſonach blos annehmen, daß für gleichmäßig trockne Hölzer die dichteſten die beſten ſind.

544. Es drückt daher das abſolute Gewicht des trocknen Brennholzes den wahren Werth deſſelben aus. Indeß verkauft und verbraucht man das Holz gewöhnlich nach dem Maas. Wäre daſſelbe vollkommen ausgefüllt, ſo würde man aus den vorhergehenden Dichtigkeiten das abſolute Gewicht ungefähr beſtimmen können; gewöhnlich mißt man aber das

Holz nach Haufen, in welchen die Scheite übereinander geſchichtet ſind, auf die Weiſe, daß die mehr oder weniger gekrümmten Scheite verſchiedene Zwiſchenräume laſſen und daher kann man ſich dieſer Methode zur Gewichtsbeſtimmung nicht bedienen. Man weiß indeß, daß ein gewiſſes Maas Holz um ſo mehr wiegt, je ſtärker das Holz iſt und oft geht dieſes ſo weit, daß eine Klafter grobes Scheitholz derſelben Art, doppelt ſo viel als eine Klafter fein geſpaltenes wiegt. Daraus kann man ſchließen, daß die trockenſten die ſtärkſten und dichteſten Hölzer die beſten, die weichen, leichten grünen Hölzer aber, wenn man nach dem Maas kauft, die ſchlechteſten Brennhölzer ſind. Auch richtet ſich in der That der Preis des Holzes nach dieſen drei Eigenſchaften. Kaufte man die Hölzer nach dem Gewicht, ſo würde man beinahe eine abſolute Gleichheit bei trocknen Hölzern finden und die andern um ſo ſchlechter, je mehr ſie Waſſer enthielten; wir müſſen übrigens noch bemerken, daß leichte oder ſchwere, grobe oder geſpaltene Hölzer zu allen Arten von Heitzungen nicht gleich anwendbar ſind, ohnerachtet ſie dieſelben Beſtandtheile haben.

545. Über vorliegenden Gegenſtand haben wir bisher nur ſehr unſichere Data mittheilen können, deshalb greifen wir um ſo begieriger nach den von **Berthier** aufgefundenen rein praktiſchen Reſultaten.

Holzart.	Zuſtand des Holzes.	Gewicht eines Cubikmeters.	Gewicht eines Cubikfußes.
		Kilog.	℔.
Eiche aus Hochwald, in der Gegend von Moulins ...	Seit einem Jahre geſchlagen, in geſpaltenen Stücken	375	26
desgl.	in groben Stücken	515	34
Eiche aus dem Walde von Monadier bei Moulins	Starkes Holz. Seit 3 Jahren geſchlagen. Klein geſpalten. . .	386	26,3
desgl.	in groben Stücken ...	485	33
Eiche aus der Gegend von Cahors	Seit einem Jahre geſchlagen.	525	36
Eiche zum Verkohlen ...	desgl. 30 Zoll lang	220—262	15—18
Buche aus der Gegend von Moulins	Starkes Holz. Fein zerſpalten . .	400	30
desgl.	Wurmſtichig zum Theil ...	375	26
Birke aus der Gegend von Moulins	Sehr große Knüppel	440	30
Eſpe, zum Verkohlen ...	desgl.	190—220	13—15
Tanne ...	in groben Stücken	300—340	21—22

Man ſieht aus dieſer Tabelle, daß für die gebräuchlichſten Holzarten die Gewichtsverſchiedenheiten in engern Grenzen liegen, als man mit Rückſicht auf alle bezeichneten Umſtände hätte erwarten können; man kann daher für den Gebrauch folgende mittlere Zahlenwerthe annehmen:

Holzart.	Gewicht eines Cubikfußes.	Gewicht eines Stère.
Eiche, Buche, Birke in ſtarken Scheiten	30 ℔.	450 Kilg.
Tanne desgl.	22 —	325 —
Eiche und Espe zum Verkohlen .	15 —	225 —

Wir dürfen indeß nicht vergeſſen, daß dieſe Zahlen ſich auf lufttrocknes Brennholz beziehen und daß grünes Holz ohne merkliche Veränderung des Volumens eine bedeutende Quantität Waſſer verliert. Wir müſſen ferner beachten, daß dieſelbe Holzart, je nachdem ſie alt iſt und nach der Art des Bodens und Climas, wo es gewachſen iſt, verſchiedenes ſpecifiſches Gewicht hat. Doch ſind auch dieſe Verſchiedenheiten nicht ſo groß, als man glauben ſollte. Den Beweiß hiervon liefern die von M. Bull in Amerika erhaltenen Reſultate.

	Gewicht eines Kubik Meters in Kilg.:
Eiche	479
Amerik. Eſche	431
Buche	404
Birke	299 *)
Kiefer	250
Pappel	221

Dieſe Data muß man wiſſen, wenn man die Hölzer rückſichtlich ihres Werthes betrachten will, oder wenn man nöthig hat, ihre Wirkung bei Arbeiten im Großen mit der anderer Brennmaterialien zu vergleichen, womit wir uns beſchäftigen wollen.

546. Wird das Holz als Brennmaterial angewendet, ſo hat man mehrere Umſtände zu unterſuchen, die aber alle ſich auf die Art des Brennens beziehen. So z. B. durch-

*) Es muß eine eigenthümliche Birkenart geweſen ſeyn, womit M. Bull gearbeitet hat; denn für daſſelbe Alter und dieſelbe Größe der Scheite ſteht ſie in Frankreich der Eiche und Buche ſehr nahe.

dringt die Luft weiches Holz viel leichter, es zerreißt, wenn man es erhitzt und verbrennt ſchneller als hartes, welches unter denſelben Umſtänden im Innern blos deſtillirt, ſo daß, wenn ſämmtliche Gaſe, die es enthält, ſich entwickelt und als Flamme gewirkt haben, die erzeugte Kohle wenigſtens 15 bis 20mal mehr, als die von weichem Holz wiegt. Dieſe Kohle iſt überdieß auch kompakter und bietet der Luft weniger Oberfläche dar; deshalb verzehrt ſie ſich im Vergleich zu der andern nur ſehr langſam. Nun iſt es aber bekannt und die letzten Verſuche von Peclet beweiſen es auf das vollſtändigſte, daß das Wärmeſtrahlungsvermögen der rothglühenden Kohle, das der Flamme bei weitem übertrifft, woraus man ſchließen kann, daß das Verhältniß zwiſchen der von Gasarten fortgeführten Wärme und der ſtrahlenden Wärme beim Verbrennen der Hölzer ſehr verſchieden ſeyn muß. Die dichteſten und härteſten Hölzer ſtrahlen die meiſte, die weichſten Hölzer die wenigſte Wärme aus. Die weichen Hölzer ſollte man daher von allen Heitzungen, wo es darauf ankommt, viel ſtrahlende Wärme zu erzeugen, ausſchließen und nur da, wo eine erhöhte Temperatur in einer gewiſſen Entfernung vom Feuerheerde oder eine gleichmäßige Temperatur für feſte große Maſſen nöthig iſt, anwenden. In Glas und Porzellan ꝛc. Fabriken werden ſie deshalb vorgezogen. In den Porzellanfabriken ſpaltet man die Scheite nochmals; einestheils, damit die Verbrennung vollkommner erfolge, dann aber auch, um den Zutritt von zu vieler Luft in den Ofen zu vermeiden. Mit hartem Holze kann man zwar daſſelbe bewirken, dann muß es aber noch feiner geſpalten und ganz vorzüglich getrocknet ſeyn. Im Gegentheil ſind harte Hölzer zum Heitzen der Keſſel und aller ähnlicher Apparate vorzüglicher, das Ausſtrahlen wirkt dann direkt auf die zu heitzende Fläche und das Gleichgewicht der Temperatur ſtellt ſich von ſelbſt in der der Wirkung des Feuers ausgeſetzten Flüſſigkeit wieder her. Sie ſind mit noch größerem Rechte bei der Caminfeuerung vorzuziehen, wo die ſtrahlende Wärme eine noch größere Rolle ſpielt, eben ſo in Stubenöfen, weil ſie nur langſam verbrennen, weshalb man nicht nöthig hat, ſo oft nachzulegen und doch eine viel gleichmäßi-

gere Temperatur in dem zum Heitzen beſtimmten Raum erhält.

Abgeſehen von dieſem letzten Vortheil, ſo erzeugen alle Holzarten in gut konſtruirten Öfen denſelben Effekt; wenigſtens hat Marc. Bull aus mehrern mit verſchiedenen Holzarten in gut konſtruirten Öfen angeſtellten Verſuchen beobachtet, daß ſich die Wirkungen wie 15: 16 verhalten, was bei dieſer Art Experiment wie 1: 1 angeſehen werden kann.

547. Die in Frankreich gebräuchlichen Brennhölzer liefern die Roth- und Weißbuche, die Eiche, Birke, Espe, Kaſtanie, Tanne und Kiefer.

Man hat verſchiedene Arten Brennhölzer. Die hauptſächlichſten ſind: friſches Holz, geflößtes Holz und geſchältes Holz.

Friſches Holz iſt dasjenige, welches aus dem Schlage mit Wagen oder Schiffen auf den Ort, wo man es braucht, geſchafft wird; und geflößtes, welches auf Flößen transportirt wird. Geſchältes Holz wird dasjenige genannt, wovon man die Rinde an die Gerber verkauft; es iſt größtentheils junges Holz.

548. Heron de Villefoſſe nimmt an, daß Frankreich jährlich 9,804,928 cordes à $2\frac{3}{4}$ stères Brennholz erzeugt, welche jährlich 84,163,646 Fr. einbringen.

Frankreich erzeugt ſich beinahe ſein Holzbedürfniß. Jedoch iſt den Steuertabellen zu Folge die Holzeinfuhr vom Jahr 1819 bis 1826 von 60000 stères bis auf 124000 geſtiegen. Das eingeführte Brennholz, obgleich jährlich in einem konſtanten Verhältniß zunehmend, beträgt kaum $\frac{3}{100}$ Theile der geſammten Conſumtion; doch würde man auch dieſes nicht nöthig haben, wenn in den Eiſenhütten überall mit Steinkohlen gearbeitet würde, was jedoch ſehr überhand nimmt und wodurch das Gleichgewicht zwiſchen Holzerzeugung und Holzaufgang bald hergeſtellt ſeyn wird. *)

*) Nach Villefosse, (Memoire sur l'état actuel des usines à fer de la France. pag. 27.) producirte man im Jahr 1825. 1,105010 metr. Cent. Stabeiſen, als:

569540 met. Centner in Friſchfeuern bei Holzkohlen.
442000 — — — in Puddlingsöfen bei Steinkohlen.
93470 — — — in Luppenheerden bei Holzkohlen.
1105010

Wäre das Puddlings Eiſen = 442000 metr. Cent. auch bei Holzkohlen erzeugt worden, ſo würden dazu weil 1 Met. Ct. (pag. 50.) 93,3 Cubikfuß (paris.) Holz erfordert, 41,238,600 Cubikfuß Holz nöthig geweſen ſeyn.

Auch kann man annehmen, daß in demſelben Jahre 30000 metriſche Centner Roheiſen bei Kocke erblaſen worden ſind. Um dieſelbe Quantität Roheiſen bei Holzkohlen zu erzeugen, würde man (Villefosse. pag. 50.) 30000 × 80 = 2,400,000 Cubikfuß Holz bedurft haben. Mithin ſind ſchon im Jahre 1825. bei der vergrößerten Eiſenproduktion, 2400000 + 41,238600 = 43,638,600 Cubikfuß Holz in Frankreich erſpart worden.

Das weitere über dieſen Gegenſtand behalten wir uns vor, in dem Theile, welcher die Metallurgie betrifft, mitzutheilen. A. u. E.

Capitel II.

Darſtellung der Holzkohlen.

549. Das Holz, welches man zum Heitzen beſtimmt, kann dazu nicht jederzeit unmittelbar angewendet werden. Zu einer Menge Arbeiten iſt ein Brennmaterial, welches ohne Flamme und Rauch brennt und welches eine höhere Temperatur als reines Holz giebt, erforderlich. Dieſen Erforderniſſen entſprechen die Holzkohlen, daher der ſo bedeutende Verbrauch derſelben. Wir wollen deshalb das Verfahren, ſie darzuſtellen, ſorgfältig auseinander ſetzen.

Wir wiſſen, daß lufttrocknes Holz aus

38,48	Kohlenſtoff
35,52	gebundenem Waſſer
1,00	Aſche
25,00	freiem Waſſer
100,00	

zuſammengeſetzt iſt.

Daraus folgt, daß, wenn man das Waſſer vollſtändig aus dem Holze bringen könnte, man 38 bis 40 pCt. Kohlen, inclusive der Aſche erhalten würde. Die gewöhnlichen Verkohlungsmethoden geben aber nur 15 bis 17 pCt. und die vollkommenſten nicht mehr als 27 bis 28 pCt. Es bewirken alſo bei allen Verkohlungsmethoden unvermeidliche Urſachen einen Verluſt, deren Einfluß und Natur wichtig iſt kennen zu lernen.

550. Das Verfahren beim Verkohlen iſt auf die Eigenſchaft, welche Waſſer und Sauerſtoff haben, ſich bei erhöhter Temperatur in Gas zu verwandeln, gegründet, während die Kohle bei jeder Temperatur unverändert bleibt. Leider reagiren aber Waſſer- und Sauerſtoff bei erhöhter Temperatur auf die Kohle und geben zur Entſtehung von

Kohlenwaſſerſtoffgas, Kohlenſäure und Kohlenoxydgas Veranlaſſung. Bei einer niedrigern Temperatur erzeugen ſich noch andere Produkte, welche ebenfalls Kohlenſtoff aufnehmen, wie z. B. Eſſigſäure, flüchtiges Öl und eine Art Theer, wie man ſich davon ſehr leicht durch Verſuche überzeugen kann.

551. Man bringt in einen Reverberirofen eine ſteinerne Retorte, ¾ ihres Inhalts mit Sägſpänen oder kleinen Holzſtückchen gefüllt; an dem Retortenhals iſt ein Verlängerungsrohr angebracht, welches in einen Recipienten geht und aus dieſem Recipienten führt eine Röhre das Gas in mit Waſſer gefüllte Flaſchen, worinn es ſich ſammelt. Die Retorte wird allmählig bis zum Rothglühen erhitzt. Die Zerſetzung giebt ſich noch vor dieſer Temperatur durch Entwicklung von Gas, das mit weißen Dämpfen, welche man während der ganzen Operation bemerkt, vermiſcht iſt, zu erkennen. Das Gas geht in den mit Waſſer gefüllten Kolben, während ſich in dem Zwiſchengefäß Waſſer, Eſſigſäure und empyreumatiſches Öl niederſchlägt. Das Öl iſt gewöhnlich dick und ſtark braun gefärbt; ein kleiner Theil deſſelben iſt in der Eſſigſäure aufgelöst, welche vom Waſſer aufgenommen iſt, ein anderer Theil wird von dem Gaſe fortgeführt und dieſer Antheil verurſacht den empyreumatiſchen Geruch des Gaſes und die weißen das Gas begleitenden Dämpfe.

Man erhält als Rückſtand in der Retorte die Kohle, welche weder iſolirt noch gebunden vom Sauerſtoff und Waſſerſtoff des Holzes fortgeführt werden konnte. Die verſchiedenen Produkte, welche man hierbei erhält, bilden ſich nach und nach im Verhältniß ihrer Oxygenation; Waſſer und Kohlenſäure, als die Sauerſtoffreichſten natürlich zuerſt, Kohlenoxydgas und Eſſigſäure als weniger Sauerſtoffhaltig nachher, dann Öl, welches nur ſehr wenig Sauerſtoff enthält; und zuletzt Kohlenwaſſerſtoff ohne allen Sauerſtoffgehalt. — Man ſieht übrigens leicht ein, daß es nicht anders ſeyn kann; denn ſo lange das Holz Sauerſtoff enthält, kann ſich weder Öl noch Kohlenwaſſerſtoff bilden, weil der Sauerſtoff dieſe Körper in Waſſer und Kohlenſäure umwandeln würde. Jedoch entwickeln ſich dieſe verſchiedenen Produkte alle zugleich bei der Deſtillation; dieſes rührt aber daher, weil das Holz,

welches in der Mitte der Retorte iſt, weniger erhitzt werden kann, als das an den Wänden liegende; ſonach geſchieht die Zerſetzung nicht überall gleichförmig, und wenn ſie in einer Holzlage vollkommen iſt, beginnt ſie erſt in der andern. Bei einer ſehr erhöhten Temperatur erhält man übrigens weder Öl noch Eſſigſäure, weil dieſe Körper bei hoher Hitze nicht entſtehen können oder wenn ſie entſtehen, ſogleich zerſetzt werden.

552. Je mehr man Waſſerſtoff und Sauerſtoff als Waſſer aus dem Holze abſcheiden kann, je mehr erhält man Kohle. Man kann ſich davon aus folgender Rechnung, die wir der Kürze halber in Atomen ausdrücken, überzeugen.

Trocknes Holz giebt, in Waſſer und Kohle verwandelt, 20 Atom. Kohle und 12 Atom. Waſſer, oder 52,75 pCt. Kohlen oder 47,25 pCt. Waſſer. Leitet man Waſſerdämpfe über glühende Kohlen, ſo bildet ſich Halbkohlenwaſſerſtoff und Kohlenoxydgas, vollſtändig trocknes Holz würde ſich dann in 2 At. Kohlen, 6 At. Sumpfluft und 12 At. Kohlenoxydgas verwandeln; und man erhielte ſonach aus 100 Holz nur 5 Kohlen. In dem lufttrocknen Holze, mit 25 pCt. Feuchtigkeit, iſt nicht einmal Kohle genug vorhanden, um den ſämmtlichen Waſſergehalt des Holzes in Kohlenoxydgas und Sumpfluft umzuändern, folglich würden hierbei alle Kohlen verſchwinden.

Hieraus erſieht man, wie wichtig es iſt, das Holz nicht ſogleich bis zur Rothglühhitze zu bringen, ſondern bei einer niedern Temperatur erſt das Waſſer abzutreiben. In der Praxis kann man natürlich dieſe Bedingungen nicht genau erfüllen, doch muß man ſie ſo viel als möglich im Auge haben, denn alles, was in der mit Sägſpänen gefüllten Retorte geſchieht, wiederholt ſich bei dem Scheitholz, wenn man es in Meilern oder Öfen behandelt; die Oberfläche wird zuerſt warm und im Verhältniß, als ſie verkohlt, durchlaufen die innern Lagen allmählig alle Temperaturen und erzeugen auf auf einmal alle Produkte, welche verſchiedene Temperaturen beim Deſtilliren geben.

553. Es ſind ſonach Verluſte unvermeidlich, da ſie aber mit der Temperatur ſehr verſchieden ſeyn können, ſo iſt es nöthig ſich über dieſen Gegenſtand noch weiter zu belehren.

Folgendes ſind die Unterſuchungen von Karſten: *)

Wenn man Hobelſpäne längere Zeit einer Temperatur von 150° C. ausſetzt, ſo tritt ein Zeitpunkt ein, wo keine Gewichtsveränderung weiter Statt findet. Das völlig lufttrockne Holz verliert dabei zwiſchen 66 bis 69 pCt. an Gewicht. Bei 100° C. getrocknetes Holz würde höchſtens 56 bis 59 pCt. verlieren. Der Rückſtand, welcher außer einem etwas matten Anſehen vollkommen der gewöhnlichen Holzkohle gleicht, wiegt dann 41 bis 44 pCt. von der angewandten Holzmenge, abgeſehen von der Feuchtigkeit. Dieſe kohlenartige Subſtanz iſt es, welche von Rumford das Pflanzengebälke oder Skelett der Pflanze genannt und von welcher er behauptet hat, daß ſie reine Kohle ſey. Karſten betrachtet ſie jedoch, ſeinen eigenen Unterſuchungen zu Folge, als eine unvollkommen zerſetzte Holzfaſer, welche noch Gaſe enthält und keineswegs als reine Kohle.

Die Produkte dieſer langſamen Zerſetzung weichen daher von denen durch ſchnell verſtärkte Hitze bewirkten Zerſetzung ungemein ab. Weißbuchenholz, welches beim ſchnellen Verkohlen die gewöhnlichen Produkte der Holzdeſtillation giebt und dabei 13,3 pCt. Kohle hinterläßt, entwickelt bei einer langſamen Temperaturerhöhung vielmehr Waſſer, Kohlenwaſſerſtoffgas und kohlenſaures Gas und hinterläßt 26,1 pCt., alſo faſt noch einmal ſo viel Kohle.

554. Die Menge der Kohlen, welche man durch die Deſtillation aus der Holzfaſer darſtellen kann, ſcheint bei unſern Holzarten nicht ſo abweichend zu ſeyn, wie Prouſt angiebt, deſſen Reſultate gewiß bei ſehr abweichenden Temperaturen erhalten worden ſind. Man muß dieſes wenigſtens nach den Karſtenſchen Unterſuchungen von 21 verſchiedenen Holzarten, wovon wir die Reſultate in folgender Tabelle mittheilen, vermuthen.

Karſten wandte bei dieſen Verſuchen das Holz im Zuſtande von Hobelſpänen an, welche mehrere Tage lang in einer Temperatur von 18° pCt. vollkommen lufttrocken geworden waren. Das Ausbringen der Kohle iſt für jede Holzart

*) Pag. 199, 2. Thl. der Eiſenhüttenkunde, 2. Auflage. Berlin 1827.

doppelt angegeben, einmal wenn die Verkohlung ſehr ſchnell erfolgt, oder wenn ſogleich Glühhitze bei der Deſtillation gegeben und dann, wenn nur eine ſehr langſam bis zum Glühen geſteigerte Temperatur angewendet wird. Der Aſchengehalt wurde ſorgfältig mittelſt Einäſcherung der Kohle unter der Muffel beſtimmt. *) Das Gewicht der Aſche iſt von dem der Kohle in folgender Tabelle abgerechnet.

*) Es iſt leicht möglich, daß durch den Luftzug etwas Aſche mit fortgeriſſen wurde. Dann ſind aber auch die angegebenen Kohlenmengen nicht ganz genau. —

Holzarten.	Aus 100 Theilen Holz wurden erhalten:			
	Durch die ſchnelle Verkohlung.		Durch die langſame Verkohlung.	
	Kohle.	Aſche.	Kohle.	Aſche.
Junges Eichenholz . .	16,39	0,15	25,45	0,15
Altes desgl.	15,80	0,11	25,60	0,11
Junges Rothbuchenholz (fagus silvatica) . .	14,50	0,375	25,50	0,375
Altes Rothbuchenholz	13,75	0,4	25,75	0,4
Junges Weißbuchenholz (carpinus betulus)	12,80	0,32	24,90	0,32
Altes desgl.	13,30	0,35	26,10	0,35
Junges Erlenholz . .	14,10	0,35	25,30	0,35
Altes desgl.	14,90	0,40	25,25	0,40
Junges Birkenholz .	12,80	0,25	24,80	0,25
Altes desgl.	11,90	0,30	24,40	0,30
Junges Fichtenholz (pinus picea)	14,10	0,15	25,10	0,15
Altes desgl.	13,90	0,15	24,85	0,15
Junges Tannenholz (pinus abies)	16,00	0,225	27,50	0,225
Altes desgl.	15,10	0,25	24,50	0,25
Junges Kiefernholz (pinus sylvestris) . . .	15,40	0,12	25,95	0,12
Altes desgl.	13,60	0,15	25,80	0,15
Lindenholz	12,90	0,40	24,20	0,40
Roggenſtroh	13,10	0,30	24,30	0,30
Farrenkrautſtengel . .	14,25	2,75	25,20	2,75
Rohrſtengel	12,95	1,70	27,75	1,70
Birkenholz, was über 100 Jahr in einer Grube als Stempel geſtanden und ſich gut erhalten hatte	12,15	—	25,10	—

Wirft man einen Blick auf dieſe Tabelle, ſo bemerkt man folgendes allgemeines Reſultat:

Welches auch der Unterſchied iſt, der beim erſten Anblick zwiſchen Graspflanzen, Farrenkräutern und Holzarten Statt zu finden ſcheint, ſo geben doch dieſe Subſtanzen beinahe alle gleiche Quantitäten Kohlen bei dem Deſtilliren. Die kleinen Unterſchiede, welche man hier und da bemerkt, dürften daher kommen, weil es unmöglich iſt, die Temperatur des Sandbades immer gleichmäßig zu unterhalten; und nimmt man dieſes an, ſo muß die ſchnelle Verkohlung am meiſten von einander abweichende Reſultate geben, weil es da noch ſchwerer iſt, genau die Temperatur zu meſſen. Die Kohlenmenge, welche man bei der ſchnellen Verkohlung aus 100 Holzmaße erhält, variirt auch wirklich von 11,9 (aus altem Birkenholz) bis 16,39 (junges Eichenholz); während ſie bei der langſamen Verkohlung beinahe noch einmal ſo groß iſt und nur von 24,20 (aus Lindenholz) bis 27,50 (aus jungem Tannenholz) abweicht. Das iſt das Maximum, was man zu erreichen oder ſelbſt noch zu übertreffen bemüht ſeyn muß; denn bei den Verſuchen im Kleinen iſt der Einfluß der Luft, welche in die Gefäße dringt, wenn die Kohle noch rothwarm iſt, viel merklicher, als bei einem mit der gehörigen Sorgfalt im Großen ausgeführten Verfahren.

555. Wir wollen jetzt die Grenze des Ausbringens unter den gewöhnlichen Umſtänden beſtimmen. Wir können dieß ſehr leicht, wenn wir das Ausbringen bei der Deſtillation im Großen als Anhalt nehmen, wobei die erhaltenen Produkte ohngefähr folgende ſind:

Kohle 28—30.
Saures Waſſer 28—30.
Theer 7—10.
Kohlenſäure, Kohlenoxydgas, Kohlenwaſſerſtoff und nicht condenſirtes Waſſer } 37—40.

Hierzu muß man noch das Holz, welches, um den Deſtillationsprozeß zu unterhalten, verbrannt werden muß = 12,5 Theile fügen, und es würde ſich daher der Kohlengehalt von 112,5 Th. Holz, welches 25 pCt. freies Waſſer enthält, vertheilen

in Kohlen als Rückſtand	30,00
— im Zuſtande als Eſſigſäure .	0,50
— — — — Theer . .	6,00
— im gasförmigen Zuſtande . .	3,50
— um die Deſtillation zu unterhalten	5,00
Geſammter Kohlengehalt	45,00

Es iſt ſchwer, die Quantitäten theoretiſch genau zu beſtimmen, weil das Verdampfen des Theers und die Umwandlung des Sauerſtoffs und Waſſerſtoffs in andere Gaſe den Gang der Operation ſtören und die Zahlen verändern, welche man bei der Annahme erhält, daß es ſich allein darum handelt, nur das Waſſer im Holze zu verjagen und die Kohlen rothglühend zu machen. Nach dieſer Annahme würde man nach obiger Aufgabe:

6 Kilog. Kohle nöthig haben, um 67,5 Kilog. Waſſer zu verdampfen *) und

0,77 Kilog. Kohle, um 45 Kilog. Kohle in den rothglühenden Zuſtand oder in einer Temperatur von 500° C. zu verſetzen. **) Alſo

6,77 Kilog. Kohlen in Summa, um 112,5 Kilog. Holz zu verkohlen.

In der Praxis verbrennt man 5 Kilog. Kohle, wozu man noch die in Gasgeſtalt entweichende rechnen muß, alſo in Summa 8,5 Kilog. oder nahe 9 Kilog., was ziemlich genau mit dem berechneten Reſultat übereinſtimmt.

Es iſt daher bei keiner Verkohlungsmethode möglich, aus 100 Gewichttheilen Kohlholz, mehr als 25 bis 27 pCt. Kohle zu erzeugen. Dieſes Maximum kann übrigens durch verſchiedene Methoden erhalten werden und es handelt ſich

*) Die hier angegebene Kohlenmenge findet man, wenn man mit Peclet annimmt, daß die Kohle 7300 Wärmeeinheiten (unter Wärmeeinheit verſteht man die Wärme, welche nöthig iſt, 1 Kilog. Waſſer um 1° C zu erhöhen) enthält, und die des Waſſers = 650 iſt. Man hat ſodann zu 67,5 Kilog. Waſſer $= \frac{67,5 . 650}{7300} = 6$, Kilogr. Kohlen nöthig. A. u. E.

**) Die Wärmecapacität der Kohle iſt = 0,25; daher braucht man um 45 Kilg. rothglühend zu machen $= 45 . 0,25 . 500 = 5625$ Wärmeeinheiten $= \frac{5625}{7300} =$ 0,77 Kilog. Kohlen. A. u. E.

blos darum, für jede Lokalität die am beſten paſſende anzuwenden.

556. Wir wollen jetzt die verſchiedenen Verkohlungsmethoden näher betrachten und die Wahl wird ſich dann leicht beſtimmen laſſen.

Das vollkommenſte jedoch am ſeltenſten im Großen angewendete Verfahren iſt das, welches man in Frankreich in den Holzeſſigfabriken befolgt. Es iſt dieſes eine wirkliche Deſtillation im Großen, welche in gußeiſernen Gefäßen geſchieht. Dieſer Induſtriezweig wird in einem andern Theile dieſes Werkes umſtändlich beſchrieben werden, hier beſchränken wir uns blos auf das, was die Kohlengewinnung betrifft. In allen dieſen Etabliſſementen hat man zur Abſicht, alle Produkte der Deſtillation aufzufangen und ihrer Natur gemäß zu benutzen, weshalb man in verſchloſſenen Gefäßen arbeiten muß, ſo daß man Kohle und flüſſige Produkte jedes für ſich erhält. Die Gaſe werden zurück unter den Roſt geführt und verbrannt. Man wendet dazu wahre Deſtillirgefäße an.

Das Holz wird in Cylinder aus Eiſenblech oder in ſorgfältig vernietete rectanguläre Käſten aus demſelben Material gebracht. Dieſe Käſten oder Cylinder ſind oben mit einer Röhre verſehen, welche die beim Deſtilliren gewonnenen Produkte ins Abkühlgefäß führen.

Hierbei iſt noch zu bemerken, daß die Blechretorten zum Herausnehmen eingerichtet ſind. Das Füllen der Retorte geſchieht nämlich jederzeit, ehe ſie in den Ofen eingelegt werden und iſt das Deſtilliren des eingeſetzten Holzes beendet, ſo werden die Retorten herausgenommen und die friſch gefüllten eingelegt. Auf ſolche Weiſe geht das Deſtilliren ununterbrochen fort und die Kohle iſt beim Abkühlen gegen den Luftzutritt vollkommen geſichert.

In 8 Stunden verkohlt man in dieſen Apparaten 5 Stère Holz. 100 Theile, ein Jahr an der Luft getrocknetes Holz geben 28 bis 30 pCt. vorzügliche Kohlen und als Feuerung verbraucht man hierbei in den Ofen 12,5 Theile Holz.

557. Wir gehen jetzt zur Beſchreibung des Verfahrens über, was man gewöhnlich in den Forſten anwendet, und

werden dann ſehr bald über den Werth der vorigen Methode im Vergleich zu dieſer urtheilen können.

Der Köhler beginnt damit, ſich einen kreisrunden Platz von erforderlicher Größe zu ebnen und zieht jederzeit eine gebrauchte, mithin weniger feuchte Stätte vor. *) In die Mitte der Stätte ſetzt er ein viereckig geſpaltenes Scheit (Quandelpfahl) vertikal (Fig. I, Tafel 14.) und darauf 2 Scheite, in Form eines rechtwinklichten Kreuzes (Fig. 2. Tafel 14), richtet nun 4 Scheite, in jedem Winkel des Kreuzes eins, ein wenig gegen das Mittelſte oder den Quandelpfahl geneigt und macht ſodann den Boden. Derſelbe kann als Roſt angeſehen werden, indem er die zum Verbrennen nöthige Luft hereinbringt. Er wird gemacht, indem man den Quandelpfahl als Mittelpunkt betrachtet und von da aus die runden Scheite in der Richtung des Radius dicht und horizontal neben einander legt (Fig. 3). Die Räume neben den Scheiten füllt man mit klarem Holz aus und damit der Boden hinlängliche Feſtigkeit erhält und ſich die Scheite nicht verſchieben, ſo ſchlägt man außen rings um den Meiler herum, von Fuß zu Fuß, Pflöcke in die Erde. Auf den Boden (Roſt) bringt man die Scheite; die Stellung derſelben iſt übrigens von großer Wichtigkeit. Die Verſuche in Schweden haben gelehrt, daß, wenn man ſie horizontal legt, man mehr Kohlen erhält, als wenn man ſie ſchräg ſtellt; aber im erſten Fall bleiben mehr Brände. Die allgemein gebräuchliche Methode, ſie aufrecht mit ein wenig Neigung nach dem Quandelpfahl zu ſtellen, ſo daß ein abgeſtumpfter Kegel gebildet wird (Fig. 4), deſſen Baſis die Bodenfläche iſt, wird daher immer noch beibehalten. Man fährt ſo lange fort mit Aufſchichten, bis man nur mit Mühe die Mitte des Haufens erreichen kann. Sodann wird auf den erſten Pfahl ein

*) Im Allgemeinen iſt es nicht rathſam, eine Kohlſtätte mehr als 3 höchſtens 4 mal zu benutzen. Wo man genöthigt iſt, dieſelbe noch öfter zu gebrauchen, muß man ſie ſehr ſorgfältig ausſtreichen; d. h. mit friſchem Boden beſchütten — Eine natürliche Stätte erfüllt alle Bedingungen, welche man von ihr fordern kann, wenn ſie nicht zu locker iſt, dabey die vollkommenſte Trokkenheit gewährt, die ſich niederſchlägenden Dämpfen einzieht, und Luftzug von unten bewirkt. A. u. E.

zweiter geſtellt, welchen man ebenfalls wieder mit mehrern Reihen Scheiten umgiebt, wie den untern, ſo daß die Seitenflächen des abgeſtumpften Kegels in derſelben Richtung fortlaufen, wodurch, wenn der zweite Pfahl ſo hoch wie der erſte war, der Meiler noch einmal ſo hoch wird.

Iſt die zweite Schicht angelegt, ſo wird zuvor die erſte beendigt und dann die zweite. Der zweiſchichtige Meiler iſt eingerichtet, ſobald er 15 Fuß Durchmeſſer an der Baſis und 2 Scheitlängen zur Höhe hat.

Oft ſetzt man auch blos einſchichtige Meiler, am öfteſten aber zweiſchichtige, wie wir ſo eben angezeigt haben, wohl verſtanden, daß man jederzeit ein richtiges Verhältniß zwiſchen der Breite und Höhe beobachtet. In Schweden und andern Ländern hat man ſelbſt vier und ſechsſchichtige Meiler *), in dieſen Fällen iſt es vortheilhaft, die obere Lage horizontal zu legen, um dadurch die andern in ihrer Stellung zu erhalten **).

Iſt der Meiler fertig, ſo gleicht man ihn mit kleinem Holze aus und deckt dann mit Gras und Erde. Am Fuße des Meilers werden einige Öffnungen gelaſſen, damit die Luft eindringen kann. Sehr oft wendet man auch Raſen als Decke an und macht ſie 4 bis 6 Zoll ſtark. Nach der Spitze zu muß ſie feſt angeſchlagen werden und zwar um ſo mehr, wenn der Meiler ſehr hoch iſt, damit ſie durch den Zug, der dorthin am ſtärkſten wirkt, nicht losgeriſſen wird ***).

*) Vorzüglich in Ungarn und Oberitalien ſind groſse Meiler gebräuchlich. Wo es die Umſtände geſtatten, ſollte man immer auf groſse Meiler hinarbeiten. Zu Görsdorf, wo man für gewöhnlich in einem Meiler 90 Klftr., zu 144 Dresdner Cubikfuß = 105,8 rheinl. Cubikfuß einſetzt, wurden auf Veranlaßuug des Königl. Sächſ. Oberbergamts zu Freyberg, Verſuche mit Meilern von 213 Klftr. zu 144 Cubikfuß Dresdner. Inhalt angeſtellt, wobey man 2 pr. Ct. mehr als gewöhnlich ausbrachte. Die Verſuche werden fortgeſetzt. S. Kalender für den Sächs. Berg- und Hüttenmann. S. 146. A. u. E.

**) Dieſe Lage wird auch die Haube des Meilers genannt.

***) Es iſt das hier beſchriebene Verfahren, die ſogenannte Roſtköhlerey, welche, ſo wie die möglichſt ſteile Stellung der Scheite in den Meilern, ſehr zu empfehlen iſt. — In den Fällen, wo man nicht Raſen in hinlänglicher Menge findet, wendet man auch Reiſig mehrmals übereinander und ineinander geſteckt mit Moos oder Heidekraut vermiſcht, als Decke an. Iſt die Reiſigdecke ſo dick (2 bis 3 Linien) daß ſie ſich beim Betaſten elaſtiſch zeigt, ſo wird

558. Nun ſchreitet man zum Anzünden und zwar iſt es am rathſamſten, dieß mit Anbruch des Tages vorzunehmen *). Oft geſchieht es von unten, wobei auf der Grundfläche des Meilers ein Canal, von der Peripherie zum Mittelpunkt (Quandel) führend, offen erhalten wird, und wohinein man einen Haufen angezündeten Kien und Holz bringt; auf dieſe Weiſe vermeidet man den hohlen Raum des Zündſchachts, welcher einen zu ſtarken Zug bewirkt, wobei man nicht Herr genug über den Gang der Arbeit iſt.

Für gewöhnlich aber zündet man von oben an. Ein Arbeiter ſteigt auf den Meiler, zieht die Quandelſtange heraus und wirft trocknes Holz und angezündete Brände in die Öffnung, welche hier die Stelle einer Eſſe vertritt. Sehr bald entwickelt ſich ein dicker Rauch, durch dieſe Öffnung ſowohl, wie um den ganzen Meiler. Bricht die Flamme oben durch, ſo wird der Zündſchacht mit einem Stück Raſen bedeckt, jedoch nicht ganz, damit der Rauch entweichen kann. Von nun an muß der Arbeiter wegen mancherlei Zufällen, denen der Meiler unterworfen iſt, vorzüglich wenn die Decke aufreißt ꝛc., wodurch der Zug leicht zu ſtark wird, ſehr Acht geben. Bei allen Arbeiten dieſer Art hat man aber ſehr auf den veränderlichen Luftzutritt zu achten; bei zu vieler Luft verbrennen alle Kohlen; fehlt Luft, ſo erhält man nichts als Brände.

Sehr geſchickte und gut geleitete Arbeiter in Schweden haben in offnen Meilern eben ſo viel Kohlen als bei der trocknen Deſtillation erhalten, nämlich noch einmal ſo viel als gewöhnlich. Alles hängt ſonach von der Geſchicklichkeit und Aufmerkſamkeit der Arbeiter ab. Sie müſſen den Zutritt der Luft und das Abziehen des Rauchs dirigiren, die Stellen, wo ſich Riſſe bilden, mit Sand und Raſen zudecken und Luft dahin führen, wo das Verbrennen zu langſam geht;

Sand darauf geworfen. Der Sand muß nicht zu trocken ſeyn, ſonſt bleibt er nicht anf dem Reiſig liegen; iſt er zu fett ſo ſinkt er beim Schwinden des Holzes nicht ſchnell genug nach. Angefeuchtete Kohlenlöſche iſt am vortheilhafteſten. — Am ſorgfältigſten muß die Haube gedeckt werden. A. u. E.

*) Weil der Meiler nach dem Anzünden die ſorgfältigſte Wartung bedarf, und es daher beßer iſt, den Tag vor ſich zu haben. A. u. E.

letzteres geſchieht durch Stoßen von Zuglöchern durch die Decke. Gegen das Ende der Verkohlung bewirft man den Fuß des Meilers mit Sand, um immer mehr und mehr den Luftzutritt abzuſchließen. Zieht der Rauch langſam und an allen Punkten gleichförmig ab, ſo geht die Verkohlung gut von ſtatten. Der Rauch auf der Spitze zieht übrigens ſtets ſchneller *).

559. Nach einiger Zeit wird die ganze Maſſe glühend, welches man durch die rothglühende Decke wahrnimmt; der Meiler tritt in die Gaare und das Verkohlen iſt beendigt. Man muß dann das Feuer auslöſchen und die ganze Maſſe mit einer dicken Erdſchicht bedecken. Nach Verlauf von einigen Stunden kühlt man ab, die Decke wird abgezogen und der ganze Meiler mit friſcher Erde ſo bedeckt, daß alle Communikation mit der äußern Luft unterbrochen iſt. Bei kleinen Meilern können ſchon den vierten Tag die Kohlen gezogen werden; man braucht dann drei volle Tage für die Verkohlung und das Abkühlen. Iſt das Holz leicht und trocken, ſo bedarf man auch blos 2½ Tag. Große Meiler erfordern aber mehr Zeit, oft 20 auch 30 Tage, je nach ihrem Inhalt und der Arbeitsmethode.

560. Bei dem ſo eben beſchriebenen Verfahren verbrennt ein Theil des Holzes und die dabei ſich entwickelnde Wärme dient zum Deſtilliren deſſen, was nicht verbrennt. Es iſt in den Holzeſſigfabriken derſelbe Fall, nur daß man da das zu verbrennende Holz von dem, welches deſtillirt werden ſoll, trennt.

Aus folgender Zuſammenſtellung ergiebt ſich der Unterſchied beider Methoden:

*) Die hier beſchriebenen Arbeiten des Köhlers begreifen das Füllen und Umfaſſen des Meilers. Das Füllen iſt einige Zeit nach dem Anſtecken nöthig. Darauf folgt das Umfaßen oder feſte Zuſammenſchlagen der Decke. Der nachherige Zuſtand, wo man den Meiler bey faſt gänzlichem Ausſchluß der atmosphäriſchen Luft ſich ſelbſt überläßt, nennt man das Treiben der Meilers. Das Stoßen der Luftlöcher geſchieht um das Feuer mehr nach des Decke des Meilers zu ziehen; der Meiler kommt ſodann ins Zubrennen. A. u. E.

Deſtillation in Gefäßen.		Verkohlung in kleinen Meilern.	
Eingeſetztes Holz zum Deſtilliren . . .	100	. . . .	112,5
Holz zur Unterhaltung des Deſtillationsprozeßes . .	12,5		
Kohle, welche in den aufgefangenen Produkten aufgelöst iſt	17	Verflüchtigte Kohle.	28
Erhaltene Kohle . .	28	Erhaltene Kohle.	17

Man gewinnt daher bei dem erſten Verfahren aus 112,5 Holz, 11 Thle. Kohlen oder 10 pCt. mehr, als bei dem zweiten.

Dieſer Vortheil iſt groß, aber doch nicht hinreichend die Koſten zu decken, wenn man blos den Mehrgewinn an Kohlen berechnet. Bringt man auf der andern Seite auch die gewonnene Säure in Rechnung, ſo muß man bedenken, daß der Preis derſelben bedeutend fallen würde, wenn dieſer Induſtriezweig ſich möglichſt vervielfältigte; übrigens ſind die Apparate für die gewöhnliche Kohlengewinnung auch zu theuer, und man muß durch einfachere Methoden die gewünſchten Vortheile zu erzielen ſuchen.

561. Man hat verſchiedene Verfahrungsarten in dieſer Hinſicht vorgeſchlagen. Wir wollen ſie beſchreiben und näher erörtern. Die erſte beſteht in Anwendung von Schirmen. Es ſind dieſes oft leicht transportable Windſchirme von Weiden, welche beſtimmt ſind, den Meiler gegen den Wind, welcher die Verbrennung im Innern befördert, und einen Theil Holz gänzlich zerſtört, zu ſchützen. Dieſe Schirme werden gleich einem Hängdach über die Meiler geſtellt, aber ſo, daß zwiſchen denſelben und den Meilern noch einige Fuß Raum bleibt. Jeder Schirm iſt oben offen, damit die Dämpfe entweichen können, und hat auf der einen Seite eine Öffnung, welche mit Leinwand zugehangen iſt, durch welche der Arbeiter aus- und eingeht. *)

*) In einigen Gegenden Deutſchlands errichten die Köhler ſogenannte Schauer

In den Forſten zu Benon bei La Rochelle wendet man einen ähnlichen Apparat an. Derſelbe iſt von M. Fleuriau de Bellevue im Journal des mines. Tom. XI. p. 413. beſchrieben. Eine viereckige Hütte mit Steinwänden und einem Dach aus Bretern, die ziemlich weit aus einander liegen, damit der Rauch entweichen kan, umſchließt den einſchichtigen Meiler, der übrigens auf die gewöhnliche Art geſetzt wird.

Durch den Holzeſſig, der ſich an den Bretern präcipitirt und ſich hinein zieht, werden dieſe ſchwer verbrennlich. Jedenfalls aber ſind die Windſchirme als die weniger koſtſpieligen und leichter transportablen Apparate vorzuziehen.

Mittelſt dieſer Einrichtungen kann man bei der Meiler-Verkohlung bis auf 22 pCt. Kohlen ausbringen, aber Theer und Holzeſſig gehen verloren.

562. Brune, Beſitzer der Hüttenwerke zu Sorel, ſchlug 1801 ein Verfahren vor, von welchem die Herren Blavier und Brochin einen ſo befriedigenden gutachtlichen Bericht an die dirigirende Bergbehörde einreichten, daß man nicht begreifen kann, warum daſſelbe verworfen oder vergeßen werden konnte. Dieſes Gutachten enthält zugleich die Reſultate der im Conservatoire des arts et metiers im Beiſeyn Molard's angeſtellten Verſuche. Das Verfahren gründet ſich, wie es ſcheint, auf eine ſehr richtige Anſicht. Man glaubt nämlich, daß, wenn das Verkohlen ohne den Luftzutritt zu vermehren, ſchneller zu bewirken wäre, man weniger Holz verbrennen und mehr Ausbringen müßte. Brune nahm mit Recht an, daß der Boden als ſchlechter Wärmeleiter, die Hitze nur langſam vom Mittelpunkte bis zum äuße[ren] Umfang leite, und bedeckte deshalb, um dieſen Nachtheil zu vermeiden, den Boden mit Blech.

Man gräbt zu dieſem Zwecke eine Grube von 4 bis 5 Decimeter Tiefe, und giebt derſelben einen Durchmeſſer wie der Meiler an ſeiner Baſis erhalten ſoll. Dieſe Grube wird mit zuſammengenieteten Blechen bedeckt, aber nicht unmittelbar auf den Boden, ſondern auf einen Rahm aus Stabei-

---

(Schirme) aus Reiſig, und ſchützen dadurch die Meiler gegen den Wind. A. u. E.

ſen gelegt. Wo die Bleche nicht hinlänglich verbunden ſind, müßen ſie ſcharf zuſammengeſtoßen werden. Der Raum unter den Blechen dient zur Feuerung, es werden zwei Reiſigbunde auf einmal hineingegeben. Bei großen Meilern, müſſen zuſammengefalzte gußeiſerne Platten die Stelle des Blechs vertreten.

Auf den ſo vorbereiteten Boden errichtet man den Meiler auf die gewöhnliche Weiſe. Ein dreiſeitiges Prisma wird nämlich aus gegen einander gelegten Scheiten geformt, welche den Kern bilden, und um welche die andern Scheite ſo geſtellt werden, daß ein abgeſtumpfter Kegel entſteht. Dieſes Prisma dient in den gewöhnlichen Meilern zur Beförderung des Zugs, hier aber nicht, indem es innerlich auch mit Holz ausgefüllt wird. Die Baſis des ſo geſtellten Meilers muß mit der Fläche der Bleche gleich ſeyn. Der Meiler wird mit Blättern und einer dünnen Schicht kohlenlöſchehaltiger Erde gedeckt.

Außer der Öffnung, die man zum Nachſchüren des Reiſigs unter der Blechdecke haben muß, bringt man noch drei Zuglöcher außerhalb des Meilers an. Das eine gerade der Schüröffnung gegen über, die andern aber in gleichen Entfernungen von dieſen beiden. Allmählig verbrennt man 5 bis 6 Reiſigbunde unter der Blechdecke, und in weniger als einer Stunde iſt das ganze Holz im Meiler im Brande. Nun ſchließt man ſämmtliche Zugöffnungen der Grube, und ſtößt nach und nach von unten nach oben Zuglöcher durch die Decke, wie bei der gewöhnlichen Verkohlung, wobei man darauf achtet, die zu ſtopfen, wo es zu ſchnell zieht, und die zu öffnen, wo der Zug todt iſt.

Folgende Tabelle enthält die Reſultate dreier Experimente, welche die hierzu ernannten Kommißäre anſtellten.

Es wurden 8 Kubikmeter, abgeſchältes Eichenholz an Gewicht 2798 Kilog. eingeſetzt.

	Erzeugte Kohlen.		Dauer des Prozeßes.	Erzeugte Kohlen aus 100 Theilen Holz.		Gewicht eines Cubikmeters Kohlen.
	Maaß. Kubikdecim.	Gewicht. Kilog.		im Maaß.	im Gewicht.	Kilog.
Nach Brune's Methode . . .	6214	1196	40 Stund.	77	31	193
desgl.	6119	1272	41½ Stund.	76	33	208
Nach der alten Methode . . .	2982	578	45 Stund.	37	15	195

Dieſe Reſultate ſind offenbar in Hinſicht auf das Ausbringen bei der angewandten Holzart übertrieben. Ohnſtreitig giebt aber dieſe Methode mehr Kohlen als die Gewöhnliche, jedoch darf man ſich nicht ſtreng an obige Zahlen halten. (Annales des arts. T. V. pag. 249.)

363. Ganz neuerlich hat man in Amerika ein Verfahren eingeführt, was von großem Nutzen ſein kann.

Bei allen Verkohlungen muß man bekanntlich einen Theil Brennmaterial verbrennen, um den zum Verkohlen nö-

thigen Hitzgrad zu erzeugen, man kann dazu aber wohlfeilere Materialien als Holz und Kohlen anwenden, und dieſes geſchieht bei der neuen Methode, die ſich von der gewöhnlichen Meiler-Verkohlung in nichts unterſcheidet, als daß man eine hinlängliche Quantität Kohlenlöſche anwendet, um die Räume zwiſchen den Scheiten auszufüllen. Der Gang der Verkohlung iſt derſelbe; aber indem die Kohlenlöſche verbrennt, wird das Holz geſchont und in Folge ihrer leichtern Brennbarkeit geſchieht nunmehr die Verkohlung ſchneller. Man erhält auf dieſe Weiſe 20 bis 22 pCt. Kohlen. Die Kohle fühlt ſich wie Anthrazit an, iſt aber übrigens der Kohle, die man bei der trocknen Deſtillation gewinnt, gleich. Dieſe Verbeßerung verdanken wir Marcus Bull.

Man ſieht ſonach, daß durch ein ſehr einfaches und ziemlich wohlfeiles Verfahren das Ausbringen von 15—18 pCt. bis auf 20 und 22 pCt. geſteigert werden kann.*)

564. Doch ſind alle dieſe Methoden noch unvollkommen, weil man nicht ſämmtliche Produkte benutzt. Bei den Folgenden iſt ebenfalls die Gewinnung der Kohlen das Weſentliche, doch benutzt man auch die Nebenprodukte. Dieſe Methoden gründen ſich auf eingeführte Verbeßerungen des Deſtillationsprozeßes, vorzüglich in Rückſicht auf große Quantitäten und in dieſer Hinſicht zeichnen ſich 3 Arten von Öfen aus; den erſten verdankt man de Foucaud, den zweyten verdankt man Baillet, und den dritten dem Direktor Schwarz in Stockholm.

Das gewöhnliche Verfahren, Holz zu deſtilliren, erfordert koſtſpielige Apparate, auch halten dieſelben ſelten mehr als 2 bis 5 Kubikmeter. Beide Umſtände verbieten da-

*) In Görsdorf ohnweit Freyberg wurden dieſe Verſuche wiederholt; man erhielt daſelbſt im Ganzen und dem Maaße nach 4 pCt. mehr Kohle. (Bergkalender 1829. S. 145.)

Will man zu dieſem günſtigen Reſultate gelangen, ſo muß man beim Einſchichten des Holzes in die Kohlenlöſche mit aller Sorgfalt arbeiten, nur ausgeſiebte Löſche anwenden, und Scheite von möglichſt gleicher Größe einſetzen, damit die Zwiſchenräume gleich groß werden; widrigenfalls verzehrt ſich die viele Löſche in den großen Zwiſchenräumen nicht, fällt zu Boden verhindert den Luftzutritt und giebt Veranlaßung zu vielen Bränden. A. u. E.

her deſſen Anwendung für Hüttenwerke. Oben genannte drei Fabrikanten ſind weder in den einen noch in den andern Fehler verfallen, und es ſind deren Apparate ſo conſtruirt, daß man ſie leicht den verſchiedenen lokalen Bedürfnißen anpaßen kann.

565. Das Verfahren Foucaud's ſtützt ſich auf die Anwendung von Schutzſchirmen (Windſchauern); die Konſtruktion und die Behandlung des Ofens iſt wie die der Meiler; derſelbe erhält blos einen koniſchen Mantel, der nicht nur den Vortheil der gewöhnlichen Schirme gewährt, ſondern auch ſo eingerichtet iſt, daß es möglich wird die zufälligen Produkte der Verkohlung in Kühlapparaten aufzufangen. Um dieſes Verfahren allgemein zu machen, müßen die Apparate wohlfeil und einfach ſein, und dieſe Aufgabe hat de Foucaud vollkommen gelöſt, indem alle Theile ſeines Apparats leicht transportabel und ohne beſondere Kunſt zuſammenzuſetzen ſind; die Materialien dazu findet man in jedem Forſte. (Taf. 14. Fig. 10. u. 11.)

Um einen Schirm von 30 Fuß Durchmeſſer an der Baſis, 10′ an der Spitze und 8 bis 9′ Höhe zu bilden, macht man ſich aus Holz 12′ lange, unten 3′ oben 1′ breite Rahme. Die Säulen AB, CD, dieſer Rahmen ſind jede mit 3 hölzernen Griffen verſehen. Man bringt durch 2 gegenüberliegende Griffe, entweder eiſerne oder hölzerne Bolzen, und vereinigt auf dieſe Weiſe die Rahme mit einander. Zwiſchen die Rahmen kommt ein Geflecht aus Weiden und dieſes wird mit einer Art Mörtel aus Erde und gehacktem Gras beworfen. Ein Deckel von 10′ Durchmeſſer, aus gut zuſammengefügten Bretern mit 4 ſtarken Leiſten verbunden, ſchließt den obern Theil des Kegels. Derſelbe iſt mit 2 Klappen verſehen, um zu Anfang der Operation den Rauch abziehen zu laſſen. In die dreieckige Öffnung (P) deſſelben befeſtigt man den aus 3 Bretern zuſammengefügten Kanal, welcher die Gaſe und Flüſſigkeiten, die ſich verdichten ſollen, in die Tonnen (R) führt. Durch die Thüre (T), welche man nach Gefallen öffnet und ſchließt, kann der Köhler den Meiler unterſuchen.

Würde man die innern Wände des Flechtwerks mit Kreide oder kreidehaltiger Erde überziehen, ſo könnte man ſich direct eſſigſauren Kalk erzeugen.

566. Die zweite Methode wurde vor langer Zeit ſchon von dem Bergwerks-Inſpector Baillet vorgeſchlagen, ſpäter erinnerte Lamothe ſo wie auch de Foucaud wieder daran und endlich iſt ſie nun ſeit Kurzem von de la Chabeauſſière ausgeführt worden, welcher ſie nach den Angaben des Erfinders Baillet ſehr verbeßert hat. Das Verfahren beſteht in Folgendem: Man gräbt entweder eine Grube oder führt über der Erde einen Cylinder aus gut zuſammengeſchlagenem fetten Sand oder Raſen auf, bringt Zuglöcher an, die für die Gruben von der Erdoberfläche nach den Boden derſelben, und für die andern blos von Außen nach Innen durch die Wände gehen, wie wir ſogleich weiter ſehen werden. (Bullet. de la Société d'Encouragement. 1821. pag. 295.)

Fig. 12. Unterirdiſcher Ofen, halb im Grund und halb im Aufriß nach der Vogelperſpective.

Fig. 13. Durchſchnitt des Ofens nach der Linie AB.

Sämmtliche Figuren zeigen folgende Gegenſtände:

A. Die Hälfte des künſtlich zubereiteten Bodens im Grunde. B. Die Hälfte des Aufrißes. C. Durchſchnitt nach der Eſſe. D. Durchſchnitt nach den Luftkanälen. E. Aus Töpferthon aufgeſchütteter Boden. G. Öffnung für den Zug aus Ziegeln. F. Luftlöcher in der Erdſohle, welche mit E und G in Verbindung ſtehen, und Luftzug bewirken. H. Ein Kaſten aus Ziegelſteinen und Röhren zum Fortleiten des Rauchs. I. Ziegeleinfaßung, worauf der Deckel ruht.

Fig. 14. Anſicht des Ofens über der Erdſohle, und zwar halb im Grunde und halb im Aufriß, nach der Vogelperſpective.

Fig. 15. Durchſchnitt deſſelben nach der Eſſe und den Luftkanälen.

L. zeigt die Hälfte des Ofens über der künſtlichen Sohle im Grundriß. M. Die Hälfte im Aufriß. N. Eine Stütze

für den Theil des Kaſtens, der über der Mauer hervorſteht. Es ſind zwei dergleichen Stützen nöthig, ſie werden durch einen Querriegel mit einander verbunden.

Fig. 16. Die Haube oder der Deckel aus Blech; a. Öffnung zum Anzünden. b. b. Zuglöcher für den erſten Rauch und zum Dirigiren des Feuers.

567. Die Luftkanäle beſtehen aus thönernen Röhren, von 2 Zoll Durchmeſſer. Dieſe Röhren münden bei beiden Ofenarten in G. Ein Kranz aus Backſteinen bildet den Rand des Ofens, und auf demſelben liegt die blecherne Haube. Die unterirdiſchen Öfen beſtehen übrigens in einer einfachen Grube von 10 Fuß Durchmeſſer 9 Fuß Tiefe; die Wände derſelben werden von Zeit zu Zeit ausgebeſſert. Der Boden des Ofens wird aus Töpferthon, der nur ſehr wenig angefeuchtet iſt, geſchlagen bis auf die Sohle der Zuglöcher oder 6″ hoch; es iſt gut ihn convex zu ſchlagen.

9 Zoll unterhalb des obern Randes iſt eine Öffnung für ein aus gebranntem Thon geformtes 9 Zoll weites Rohr. Daßelbe iſt ein wenig nach dem Ofen zu geneigt, und mündet in einen 18 Zoll langen 12 Zoll breiten und 15 Zoll hohen oben offenen Kaſten aus Ziegelſteinen. Man kann dieſelbe mittelſt einer Platte aus ſtarkem Eiſenblech verſchließen. Die Säure und das Theer laufen durch eine 2 bis 3″ über den Boden des Gefäßes angebrachte Seitenöffnung ab, welche man nach Gefallen verſchließen kann.

Dieſes Gefäß iſt vorzüglich dann nothwendig, wenn der Kondenſationsapparat für 2 Öfen dienen ſoll. Während der Ofen abkühlt, wird es mit Erde gefüllt, damit die Dämpfe aus dem andern Ofen nicht hineinkommen. An das Gefäß ſtößt man vertikale blechene oder irdene Röhren, welche ſich bis auf 4½ Fuß erheben, ſodann horizontal oder ein wenig geneigt bis auf ohngefähr 15 Fuß Entfernung vom Ofen fortlaufen; bis dahin zündet der Rauch nicht mehr, und es kann dann der übrige Theil des Verdichtungsapparates aus Holz beſtehen, auch kann der verdichtende Raum ſich an dieſem Punkte befinden.

568. Die eiſerne Haube, oder der Deckel iſt das theuerſte und wichtigſte Stück des Apparats. Er beſteht aus Blech,

welches mit den obern flachen Deckel verbunden iſt; auf die hohe Kante geſtellte Bänder unterſtützen die äußere Oberfläche; er muß ein wenig bauchig ſein, und wiegt 250 bis 270 Kilog. Damit er auf jeder Seite des Ofens aufliegen kann, iſt er 10½ Fuß im Durchmeſſer; er muß von ſo ſtarkem Blech gefertigt werden, daß, wenn man darauf geht, er nicht nachgiebt. In der Mitte deſſelben wird eine Öffnung von 9 Zoll Durchmeſſer angebracht, mit einem vorſtehenden Halſe, welcher zugeſtopft werden kann. 4 ähnliche Öffnungen von 4 Zoll Durchmeſſer befinden ſich 1 Fuß vom Rande des Deckels.

Man kann dieſen Deckel ſehr leicht mittelſt zweier eiſerner Hebel und einiger 12 Fuß langer Holzrollen, welche man quer über den Ofen auf den Boden legt, bewegen.

569. Um Öfen auf der Erdſohle, d. h. ſolche, welche ſich über den Boden erheben, zu bauen, bezeichnet man zuerſt auf den dazu beſtimmten Platz, zwei konzentriſche Kreiſe, der eine 4½ Fuß im Halbmeſſer; der andere 8½ Fuß. Der Raum von 4 Fuß zwiſchen beiden Kreiſen dient als Baſis für die zu conſtruirende Erdmauer; man führt dieſelbe ſchichtweiſe auf und ſchlägt jede Raſenſchicht tüchtig zuſammen, damit ſich Alles gut verbindet; die Höhe derſelben iſt 9 Fuß. Sie erhält außen 6 Zoll Böſchung, und da ſich der Ofen innen nach oben nur 6 Zoll auf jeder Seite erweitert, mithin ſeine obere Öffnung 10 Fuß Durchmeſſer erhält, ſo wird die Mauer oben blos 3 Fuß ſtark. Der innere Rand des Ofens muß in der ganzen Circumferenz mit einer auf die hohe Kante geſtellten Ziegelreihe eingefaſſt werden. Dieſe Raſenöfen erhalten 8 Zuglöcher, welche 6 Zoll über der Erdſohle und in gleicher Ebene mit der innern aufgedämmten Sohle angebracht ſind; ſie werden mit gebrannten thönernen Röhren oder Ziegeln ausgefüttert.

Die eiſerne Haube iſt ſo, wie bey den unterirdiſchen Öfen, ausgenommen daß ſie mit 3 Ringen verſehen iſt, an welche die 3fache Kette hängt, die mit dem einen Ende an einem Krahne befeſtigt iſt. Mit Hilfe des Krahns wird die eiſerne Haube entweder heraufgezogen oder herabgelaſſen,

auch zieht man damit die mit Kohlen gefüllten Körbe aus dem Ofen.

570. Die Röhren in dieſen Öfen ſind wie bei den unterirdiſchen Öfen, nur mit dem Unterſchiede, daß ſie von oben herunter in den erſten Kaſten geführt werden müſſen; von da gehen ſie wieder fallend, bis zum erſten Stücke des Verdichtungsapparates fort. Für beide Öfen muß der Condenſationsapparat aus einer Reihe Fäßern beſtehen, durch welche der Rauch, ehe er in die Eſſe kommt, gezwungen iſt hindurch zu ziehen. In die Eſſe ſelbſt wird Feuer gemacht, um den Zug zu befördern. Wenn ſpäter von der Gewinnung des Holzeſſigs die Rede ſeyn wird, ſo werden wir dieſe Art Apparate ausführlicher beſchreiben.

571. Der Ofen muß vorher durch ein Reiſig- oder Hobelſpäne-Feuer gut getrocknet werden; iſt dieſes geſchehen, ſo ſchreitet man zum Füllen. In die Mitte ſtellt man einen runden Pfahl von 4 Fuß Durchmeſſer und gleicher Höhe mit dem Ofen; um ihn aufrecht zu erhalten, wird er etwas in die Erdſohle hineingebohrt; ſodann ein Haufen klarer Kohlen um denſelben geſchüttet. Man ſucht nun unter dem Kohlholze die ſtärkſten Scheite aus, und legt damit horizontale Gaßen, jede ſchließt ein Zugloch ein; das Holz darf aber weder die Wand des Ofens, noch die Quandelſtange berühren. Dieſe Gaßen ſind im Mittelpunkte, von wo ſie auslaufen 4 bis 5 Zoll und auſſen 18 Zoll breit. Quer über dieſe Scheite, welche die Gaſſen bilden, legt man eine Holzſchicht ſo dicht als möglich; darauf allmählig andere bis der Ofen gefüllt iſt, mit der Vorſicht, immer die Zwiſchenräume an der Circumferenz gut auszufüllen, welches ſich am beſten macht, wenn man abwechſelnd Scheite von 56 und 42″ Länge anwendet.

572. Iſt der Ofen gefüllt, ſo zieht man den Quandelpfahl heraus, legt die Haube auf, öffnet die 5 Zuglöcher und bedeckt den übrigen Theil mit einer 2 Zoll ſtarken Erd- oder Sandſchicht, letzteres geſchieht, damit ſich ſo wenig als möglich Dämpfe im Ofen kondenſiren können; ſodann öffnet man die Luftlöcher in den Ofenwänden.

Das Anzünden geſchieht mit glühenden Kohlen, die man zu dieſem Zwecke bereit hält; durch einen groſſen Trichter, welcher auf die mittelſte Öffnung der Haube geſtellt wird, fallen die glühenden Kohlen in die Öffnung, welche durchs Herausnehmen des Quandels gebildet wurde. Auf der Sohle ergreifen ſie zuerſt die klaren Kohlen und das ſehr trockne Holz, welches dem Quandelpfahl zunächſt lag. Damit aber die Flamme auch nach Außen zu um ſich greiſe, muß man die mittelſte Öffnung in der Haube hermetiſch mit einem Propf und feuchtem Thon verſchließen. Nunmehr wird das Feuer eine Zeit lang ſich ſelbſt überlaſſen, ſobald man aber bemerkt, daß die blaue Flamme weiß und wolkig zu werden anfängt, verſchließt man die Luftlöcher der Haube ganz leicht, und verengt auch die Zuglöcher in den Ofenwänden, um der Luft nicht viel Zutritt zu geſtatten. Man richtet ſich nun bei der weitern Behandlung des Ofens nach der Art des ſich entwickelnden Rauches und ſchließt endlich ſämmtliche Zuglöcher.

Sollten ſich ſo viel Dämpfe entwickeln, daß die Eſſe, welche neben dem Condenſationsapparate angebracht iſt, ſie nicht alle aufnehmen und fortleiten könnte, ſo iſt es beßer ein wenig Säure zu verlieren und die Dämpfe durch die Zuglöcher der Haube entweichen zu laſſen, als den Prozeß zu verlängern und Gefahr zu laufen, daß das Feuer gänzlich erlöſcht. Daß ein Übermaaß von Dämpfen vorhanden iſt, erkennt man an dem Entweichen derſelben durch die Ofenwände. Um den dabei ſtatt findenden Säureverluſt zu verhüten, kann man auch oben an den Ofen ſtatt einer, zwei Kondenſationsröhren anbringen, wovon man die zweite nach Gefallen verſchließen kann. Die eine Verdichtungsröhre muß dann auch mit einem beſondern Condenſationsapparate in Verbindung ſtehen.

Wird gar keine Säure aufgefangen, ſo läßt man alle Dämpfe durch die Zuglöcher der Haube entweichen.

573. Um gute Kohlen zu erhalten, muß man in dieſen Öfen 60 bis 80 Stunden Zeit zum Verkohlen haben. Mittelſt eines Stabes prüft man den Verkohlungszuſtand, entweder indem man hiermit ein Stück von dem verkohlten Holze

herauszieht, oder indem man unterſucht, ob die Schwindung des Holzes in allen Theilen des Ofens gleich erfolgt iſt; iſt letzteres nicht der Fall, ſo wird das Zugloch, wo die Schwindung am unbedeutenſten iſt und der gegenüberliegende Zugkanal geöffnet, und dadurch das Gleichgewicht ſehr bald hergeſtellt.

Nach dem Verkohlen nehmen die Kohlen nur die Hälfte ſo viel Raum als das angewendete Holz ein, nicht etwa weil das Holz um die Hälfte geſchwunden iſt, ſondern weil alle Zwiſchenräume ſich beſſer ausfüllen.

Hat man ſich entweder durch die vorgenommene Unterſuchung oder aus der Art des entweichenden Rauchs hinlänglich überzeugt, daß die Verkohlung beendet iſt, ſo giebt man noch einmal ſtarkes Feuer (es wird zugebrannt) d. h. man öffnet alle Zuglöcher, ausgenommen die Centralöffnung in der Haube, und dadurch treibt man allen Waſſerſtoff aus, den bis dahin die Kohle zurückgehalten hatte. Wird dieſes unterlaßen, ſo behält die Kohle eine bräunliche Farbe, die man im Handel nicht will.

Sieht man durch die Zuglöcher, daß die Kohlen rothglühend werden, ſo wird das Feuer, indem man alle Öffnungen ſorgfältig verſtopft, erſtickt. Von der Haube nimmt man die Erde ab und überſtreicht ſie nun mit naſſem Thon. Um die Zuglöcher des Deckels zu verſtopfen, werden blecherne oder thönerne Röhren von größerm Durchmeſſer und höher als die an der Haube befindlichen Hälſe geſtellt und mit Erde gefüllt.

574. Bei Öfen dieſer Art, welche immerwährend im Betriebe ſind, iſt die Zeit des Abkühlens ungefähr 80 Stunden. Nach dem Abkühlen wird der Deckel abgehoben; und man bemerkt, daß trotz der unvermeidlichen Schwindung die Kohle ganz die Form des Holzes behalten hat, ohne mit Erde, noch mit andern Unreinigkeiten vermiſcht zu ſein. Um ſie zu ziehen, ſteigt ein Arbeiter in den Ofen, und nimmt die groben Kohlen Stückweiſe heraus, die klaren Kohlen und die Löſche werden mit der Schaufel herausgeſchafft. Brände werden bei Seite gelegt, es iſt jedoch ſelten, daß man welche findet.

Iſt das Abkühlen nicht vollkommen geſchehen, ſo bedient ſich der Arbeiter eines eiſernen Geräthes.

Im Fall, wegen unvollkommenen Verſchlußes der Zuglöcher, Feuer im Ofen geblieben ſeyn ſollte, muß man die Kohlen doch auch herausnehmen. Die angezündeten oder ſchlecht gelöſchten Kohlen werden auf eine benachbarte Fläche zum Abkühlen getragen, und daſelbſt mit einem Rechen ausgezogen. Sehr oft löſchen ſie da aus, und man hat nicht nöthig, Waſſer anzuwenden, wodurch ſie größtentheils nur in Löſche zerfallen. Es iſt jedoch gut, Waſſer zur Hand zu haben, um diejenigen Stücke, auf denen ſich weiße Aſche zeigt, was jederzeit beweiſt, daß ſie noch brennen, eintauchen zu können.

575. Man ſollte fürchten, daß der Arbeiter, welcher ſogleich in den Ofen ſteigt, wenn er aufgemacht iſt, Gefahr laufe zu erſticken. De la Chabeaussière verſichert jedoch, daß während eines zweijährigen Betriebs, kein Unglück dieſer Art ſich ereignet hat.

Iſt der Ofen geleert, ſo wird er aufs Neue gefüllt und die Andern gezogen. Fünf Arbeiter waren hinreichend die Arbeit in den acht Öfen zu verrichten, welche in der Anſtalt von de la Chabeaussiére ſich befinden.

Das jährliche Ausbringen in 8 Öfen war 20 pr. Ct. *) Man erhielt aus:

5000 Stères Eichenholz wiegend	1250000	Kilogr.
16000 Hectolitres Kohlen	250000	—
1000 Fäßer unreinen Holzeſſig	223500	—

Dieſe Säure gab nach dem Rectificiren pr. Faß 13—14 Kilog. geruch- und farbloſe Eſſigſäure von 8° nach dem Beaum. Areometer, oder 19 Kilog. ſehr weißes und in ſchönen Nadeln kryſtalliſirtes, eſſigſaures Blei.

Die Erbauungskoſten eines ſolchen Ofens betragen gegen 450 Fr., wovon allein der Hut 400 Fr. koſtet. Verſetzt man den Ofen, ſo gehen blos die Erbauungskoſten deſſelben verloren = 50 Fr.

*) Dem Volumen nach aber = 32 pr. Ct. Allgemeinen Erfahrungen zu Folge ſollte bei 20 pr. Ct. Ausbringen dem Gewicht nach, das Ausbringen dem Maaße nach größer geweſen ſein. A. u. E.

Die Unterhaltungskoſten ſind nicht zu rechnen, indem die Arbeiter den Ofen nebenbei, ſobald er baufällig wird, repariren. Die Ausgaben für den Kondenſationsapparat können hierbei ebenfalls nicht in Anſchlag gebracht werden, weil derſelbe, einmal conſtruirt, ohne große Koſten weiter transportirt werden kann.

576. Das Verfahren von de la Chabeaussière hat, verglichen mit den gewöhnlichen Methoden, folgende Vorzüge:

Man erhält mehr und beßere Kohlen, die Arbeit iſt leichter zu dirigiren, man erſpart Zeit beim Einſetzen des Holzes und beim Ziehen der Kohlen; die Kohlen ſind leicht zu ſammeln und weder mit Erde noch andern Unreinigkeiten vermengt, auch kommen ſelten Brände vor. Der Apparat iſt einfach, wohlfeil herzuſtellen und koſtet wenig zu unterhalten; endlich kann man nach Gefallen die flüchtigen Produkte fortgehen laßen oder auffangen.

577. Bei den bisher beſchriebenen Methoden ſind die Verkohlungsöfen nebſt den dazu gehörigen Kondenſationsapparaten, nur nach einem kleinen Maaßſtabe ausgeführt; ſie eignen ſich daher nicht um große Maſſen Kohlen z. B. für Eiſenhütten in hinlänglicher Menge zu erzeugen. Ein ſo wichtiger Gegenſtand zog jedoch die Aufmerkſamkeit Mehrerer vorzüglich in Eiſen- und Holzreichen Ländern wie z. B. Schweden und Frankreich auf ſich. Der Zweck wurde, durch eine Verkohlungsmethode in Öfen nach der Erfindung von Schwartz, vollkommen erreicht. Der Baron v. Ankarſwaerd hat, nachdem er einen ſolchen Ofen nach der Angabe und unter Aufſicht des Erfinders ausgeführt hatte, davon eine Beſchreibung gegeben (Ann. des mines. Tom. 12. pag. 327.)

Aus Tafel 15. kann man ſich eine richtige Idee von der Form und Haupteinrichtung dieſes Ofens machen.

Fig. 1. Grundriß des Ofens mit Zubehör.

Fig. 2. Durchſchnitt des Ofens nach der Linie g g.

Fig. 3. desgleichen . . . . . c c.

Sämmtliche Figuren beziehen ſich auf folgende Gegenſtände:

a a. Raum wo das Holz verkohlt wird; b b b b. Öffnungen zum Hereinbringen des Holzes und Ziehen der Koh-

len; c c. Feuerroſt. d d. Öffnungen, durch welche Rauch, Holzeſſig, Öl und Theer abfließt. e e. zuſammengelöthete Röhren, durch welche das Theer abläuft, ohne daß Luft in den Apparat dringen kann; f f. Gefäße worinn ſich der Theer anſammelt; g g. Röhren, welche Rauch, Holzſäure und Öl in die hölzernen Kanäle h h und das Gas von hieraus in die Eſſe führen; h h. hölzerne Kanäle zum Aufſammeln des Holzeſſigs und des Öls; i i. Eſſe. k. kleine Öffnung, in welcher man das Feuer anzündet, um einen Zug nach der Eſſe herzuſtellen.

578. Man ſieht, daß dieſer Ofen aus einem geſchloſſenen Gewölbe mit 2 vertikalen Mauern beſteht. Die innere Sohle iſt geneigt, um das Abfließen des Theers in die gußeiſernen Röhren zu erleichtern. An jeder Seite des Ofens befinden ſich 2 Feuerſtellen, um das Holz anzubrennen, und durch dieſe Öffnungen zieht die atmosphäriſche Luft in den Apparat. Eine dieſer Seiten hat indeß 4 Öffnungen, 2 in der Mitte, und 2 in den Ecken; ſie dienen insgeſammt zum Hineinbringen des Holzes, und zum Ziehen der Kohlen. Der Rauch entweicht durch die gußeiſernen Röhren auf der Sohle, die in der Mitte der langen Seite liegen. Derſelbe wird durch eiſerne Röhren, und in hölzernen Kanälen weiter fortgeleitet, welche zuletzt in die Eſſe münden.

579. Die Mauern ſind entweder aus Sand oder Thon aufgeführt; es muß aber kein Kalk darin ſeyn, weil derſelbe ſich brennt und durch die ſich entwickelnde Eſſigſäure angegriffen wird. Die geringſte Vernachläſſigung in dieſer Hinſicht würde ſehr üble Folgen nach ſich ziehen; ſie könnte Luftzutritt mitten in die Kohlen veranlaßen, wodurch ſie gänzlich verzehrt werden würden. Das Gewölbe des Ofens reißt ſehr oft auf, man verſtopft jedoch ſorgfältig alle Öffnungen, welche ſich entweder während der Verkohlung oder bei dem Abkühlen bilden.

Dieſe Verkohlungsmethode zeichnet ſich vorzüglich dadurch aus, daß die Luft nicht eher in Berührung mit dem Holze kommen kann, als bis ſie den Feuerplatz paſſirt hat, wodurch ſie den größten Theil ihres Sauerſtoffs verliert. Es wird nämlich, nachdem der Ofen gefüllt iſt, außerhalb deſ-

ſelben durch anderes Holz auf dem Caminfeuer unterhalten, die Luft kann daher nicht direkt auf das zu verkohlende Holz wirken, und der Sauerſtoffgehalt derſelben wird aufgezehrt, ehe ſie mitten in den Ofen kommt.

580. Um den Ofen zu füllen legt man erſt grobe Stücke und zwar nach der Länge des Ofens, dann legt man auf die erſten kleinere, ſo dicht zuſammen als möglich bis an das Gewölbe. An der Feuerung legt man das Holz weiter, um die Zirkulation der Gaſe zu erleichtern. Man ſieht leicht ein, daß es gut iſt, die größtmöglichſte Quantität Holz einzuſetzen. Zur Unterhaltung des Feuers auf den Feuerungsplätzen verwendet man klein geſpaltnes Holz, weil es eine Flamme erzeugt, welche viel gleichförmiger brennt. *)

Die Erfahrung hat gelehrt, daß 2 Heerde hinlänglichen Zug geben. Der Inhalt des Ofens iſt 169 Kubikmeter.

Iſt der Ofen gefüllt und gut verſchloßen, ſo wird das Feuer auf den Heerden angezündet; dabei ſind 3 Arbeiter beſchäftiget; ſo daß man jederzeit einen bei Tage, den andern des Nachts zur Unterhaltung des Feuers auf den Heerden braucht. Man hört mit dem Feuern auf, ſobald der abziehende Rauch lichtblau erſcheint. Es iſt dieſes ein Zeichen, daß alles Holz verkohlt iſt, und von jetzt an fließt keine Säure und kein Theer mehr ab. Die Feuerungsheerde werden nun hermetiſch verſchloßen, indem man ſie vermauert; die Röhren werden mit Holzpropfen zugeſtopft, um welche man Thon ſchmiert. Nach Verlauf von zwei Tagen, öffnet man zwei kleine Öffnungen, welche bis dahin feſt geſchloßen waren, und gießt durch dieſelben Waſſer, um die Kohlen auszulöſchen; man ſchließt ſie dann ſogleich wieder. 3 bis 4 Tage nachher wird oben die Thüre geöffnet, durch welche man das Holz in den Ofen gebracht hat, ſodann noch Waſſer in den Ofen gegoſſen und aufs Neue wieder verſchloßen. Man zieht die Kohlen nicht früher, als bis die Leitungsröhren gänzlich abgekühlt ſind; zeigen ſich noch glühende Stellen, ſo muß man ſie mit Waſſer löſchen. Es iſt aber ſchwer in den erſten Tagen die Kohlen mit Waſſer zu löſchen, ohne

*) Oft wendet man dazu auch Zimmer- und Hobelſpäne an. A. u. E.

Luft zutreten zu laßen, letztere verurſacht aber ſogleich durchs Verbrennen einen anſehnlichen Verluſt, deshalb iſt es beßer mit dem Ausziehen der Kohlen ſo lange zu warten, bis die ganze Maſſe erkaltet iſt.

581. Dieſer Ofen, der 169 Kubikmeter Holz faßt, hat 2900 Franken gekoſtet. Man hat 6 Verſuche gemacht und zu jedem 128 Kubikmeter Tannenholz verwendet, wovon nur 125 Kubikmeter verkohlt wurden. Das Füllen des Ofens währte 2 Tage. Das Feuer auf den Heerden iſt 2 Tage lang unterhalten worden, wobei 13 Kubikmeter kleines Holz oder ungefähr $\frac{1}{10}$ des verkohlten Holzes verbraucht worden.

Man erhielt 91 Kubikmeter Kohlen
67 Kilog. Theer
6600 Kilog. unreinen brenzlichen Holzeſſig oder
511 Kilog. trocknen eſſigſauren Kalk.

Das Abkühlen des Ofens dauerte 9 bis 33 Tage.

Vergleicht man dieſe Methode mit der gewöhnlichen Meilerverkohlung, ſo ergeben ſich folgende vortheilhafte Reſultate:

	Ofen	Gewöhnl. Meiler.
Verkohltes oder verbranntes Holz dem Volum nach	100	10
Erhaltene Kohlen	65	50

Da die Dichtigkeiten nicht ganz dieſelben ſind, ſo kann man die Gewichte nicht vergleichen; aber der Vortheil zu Gunſten des Ofens kann nicht zweifelhaft bleiben. Dieſes Urtheil fällte auch das Eiſencomptoir zu Stockholm. *)

*) Die Schwediſche Methode wurde auf Veranlaßung der oberſten Bergbehörde im Würtembergiſchen, auf den Eiſenhüttenwerken zu Königsbronn wiederholt. Der Hüttenverwalter Weberling war mit der praktiſchen Ausführung beauftragt. Im Sommer 1828. wurden dieſe Verſuche noch fortgeſetzt, die bis dahin ſehr günſtige Reſultate gegeben hatten. Die unbewegliche Haube des Ofens war abgeworfen und dafür eine ſtarke künſtliche Decke angewendet worden, welche beim Schwinden des Holzes nachſank. Vom Feuerungsplatze aus, verzweigten ſich auf der Sohle mehrere Kanäle, die ſich in 2 Hauptkanäle endigten, letztere mündeten in eine gemeinſchaftliche unmittelbar neben dem Ofen ſtehende Eſſe. Die Mündungen lagen einander gegenüber, und deshalb hatte man, um den Zug nicht zu ſchwächen, in die Eſſe eine Pyramide gemauert.

582. Wir wollen nun ſämmtliche Verkohlungsmethoden vergleichen, und vorzüglich die Bedingungen näher betrachten, unter welchen jede einzelne vorgezogen zu werden verdient.

Es kommen hier namentlich die folgenden Fälle in Betracht:

1. Derjenige, in welchem die Gewinnung der Kohlen Nebenſache iſt, und man hauptſächlich auf die Darſtellung des Holzeſſigs Rückſicht nimmt.

2. Wenn man ſich leicht beide Produkte verſchaffen will, und

3. Wenn man ſehr viele Kohlen verbraucht, und die Reinigung des Holzeſſigs ſchwer auszuführen iſt.

Im erſten Falle wird ein beſonderer Apparat angewendet, der unter dem Artikel Holzeſſiggewinnung ſpecieller beſchrieben werden ſoll.

Der zweiten Bedingung kann Genüge geleiſtet werden, mit den Apparaten von de Foucaud, Baillet oder Schwartz. Erſterer wird da anzuwenden ſeyn, wo keine beſtimmte Verkohlungsſtätte iſt; die zweite Methode iſt vorzüglicher auf einem beſtimmten Verkohlungsplatz, wenn das Holz wohlfeil zu transportiren und nicht ſehr harzig iſt; endlich wird die dritte blos für harziges Holz brauchbar ſeyn, weil das Theer, welches ſie liefert nicht deſtillirt, ſondern nur durchs Ablaufen geſammelt werden ſoll, wie es Schwartz ausübt. Es iſt außerdem klar, daß dieſe Öfen auch nur da,

---

Für die Feuerung war blos ein Heerd vorhanden.

Eine Hauptſchwierigkeit, die auch der Direkt. Schwartz nicht ganz beſeitigt hat, iſt: die Heerde ſo zu bauen, daß keine unzerſetzte Luft durch dieſelben in den Ofen kommt; wodurch das Kohlholz nutzlos verbrennen würde. In Königsbronn, wo man vom Heerde aus die Flamme noch durch mehrere gemauerte Canäle, welche unmittelbar an den Heerd angeſtoßen ſind, ziehen läßt, ehe ſie das Holz erreicht, hat man dieſen Übelſtand ſehr gemindert.

Es wäre ſehr wünſchenswerth, daß die Ergebniſſe dieſer mit vieler Sorgfalt und Genauigkeit angeſtellten Verſuche öffentlich bekannt gemacht würden. Neuerlich hat der Direkt. af Uhr in Schweden die Schwartziſchen Öfen verbeßert. (Siehe die Annalen des Eiſenkomptoirs. 12. Jahrgang. 1. Bd. S. 316.) A. u. E.

wo der Holztransport bis zum Ofen billig zu ſtehen kommt, Anwendung finden können.

Am häufigſten muß man ſich jedoch mit den Meilerſtätten nach den Holzſchlägen richten, um die Transportkoſten des Holzes zu vermeiden, oder mit andern Worten, der Gewinn an Säure und Theer deckt ſelten die Transportkoſten für das Holz nach einem beſtimmten Platz, und in dieſem Falle kann man blos zwiſchen einem einfachen Meiler und Meilern mit beweglichen Schirmen wählen.

Es iſt keinem Zweifel unterworfen, daß Meiler mit beweglichen Schirmen nicht vorzüglicher wären, aber für ſehr große Meiler iſt der Transport dieſer Schirme ebenfalls unbequem und koſtſpielig; darüber beklagen ſich vorzüglich die Eiſenhütten, indem ſie große Quantitäten Kohlen bedürfen. Man behauptet allgemein, daß die in verſchloſſenen Räumen erzeugten Kohlen für die Eiſenhütten wegen geringerer Güte nicht anwendbar wären, dieſes iſt fehlerhaft; ſie ſind deshalb nicht anwendbar, weil ſie viel theurer als die in Meilern gewonnenen ſind. *)

Unter allen bisher vorgeſchlagenen Apparaten iſt der von Foucaud am anwendbarſten für große Meiler.

583. Sonach ſollte man blos dahin trachten, die Verkohlungen in Meilern zu vervollkommnen, weil ſie die einzig allgemein anwendbare iſt. Ein weſentlicher Punkt iſt es, den Gang des Meilers unabhängiger von der Sorgfalt des Köhlers zu machen, denn hierin liegt ja der Hauptunterſchied zwiſchen der Verkohlung in Meilern und in Öfen. In Öfen erhält man jederzeit die gewünſchte Quantität Kohlen, in Meilern aber kann der geſchickteſte Köhler nicht allemal für das Ausbringen ſtehen.

Es iſt übrigens außerordentlich ſchwierig, allgemeine Regeln für die Behandlung der Meiler zu geben. Was könnte man auch über die Behandlung eines Ofens voraus beſtimmen, von welchem man bei jeder neuen Verkohlung die

*) Auch deshalb weil die Ofenkohlen immer leichter ſind. Wird die Verkohlung in Öfen aber richtig geleitet, d. h. ſieht man hauptſächlich auf die Gewinnung guter Kohlen, und betrachtet man Theer und Eſſig als Nebenprodukte, ſo werden die Kohlen ſelbſt auch dichter ausfallen. A. u. E.

Decke, Sohle, Lage gegen den Wind, den Zug ꝛc. verändert? Einen zuverläßig ſichern Gang bei ſo vielen Schwierigkeiten zu bezwecken, iſt eine Aufgabe die wohl ſchwer zu löſen ſeyn dürfte.

Wenn man ſich indeß eine genaue Vorſtellung von dem Gange der Arbeit macht, ſo ſieht man, daß es weſentlich bei der zu befolgenden Methode darauf ankömmt, das Feuer unten auf einer möglichſt großen Oberfläche anzuzünden, und den Zug in p m n nach der Axe herzuſtellen, bis alle höher liegende Theile bei n endlich ſo erhitzt werden, daß ſie im Begriff ſind ſich zu entzünden. Schließt man das Zugloch (n) und öffnet die Luftlöcher in den Punkten a a in gewißen Entfernungen von einander, ſo geht der Zug in den Richtungen p m a. Dieſe werden ebenfalls geſchloßen und man ſtößt neue bei b, hierauf in c, endlich in d, um allemahl den Zug nach p m b p m c p m d zu dirigiren, ſo daß die Verkohlung in verſchiedenen Zonen des Meilers, erſt an der Axe, dann an der Circumferenz deſſelben erfolgt. Es iſt uns nicht bekannt, ob man jemals verſucht hat, den Zug eine umgekehrte Richtung von n nach p ſtatt von p nach n zu geben; es könnte dieß mittelſt einer Röhre geſchehen, welche von p ausgienge und in eine Eſſe mündete. Man würde den Vortheil haben, daß man die ſich beim Verbrennen in n entwickelte Wärme vollkommen benutzte, weil ſie nunmehr durch den ganzen Meiler ziehen müßte, ehe ſie entweichen könnte.

Es handelt ſich hier vorzüglich um die Benutzung ſämmtlicher beim Verbrennen des Holzes ſich entwickelnden Wärme, zu der Verkohlung. In einem Meiler, wo man durchaus keine Wärme verliert, erhält man alle Kohlen; dadurch unterſcheiden ſich große Meiler ſo vortheilhaft von kleinen *). Man muß übrigens vorzüglich dafür ſorgen, daß die entweichenden dampfförmigen Körper die möglich niedrigſte Temperatur haben, weil ein geringer Tem-

*) Bei mehreren kleinen Meilern iſt der Quadratinhalt der Meilerſtätten, welche erhitzt werden müſſen, größer als bei einem einzigen großen Meiler von gleichem Holzgehalt. A. u. E.

peraturüberſchuß der großen Maſſe von Waſſerdämpfen, welche ſich entwickeln, der Gasmaſſen die ſich bilden und der Menge Luft, welche durch den Meiler zieht, einen ſehr großen Verluſt an Wärme verurſachen muß.

Der Ausführung meines Vorſchlages, der Sohle von m nach p eine Neigung zu geben, um das Theer, die Holzſäure und das Waſſer, welche abfließen, aufzufangen, ſteht übrigens kein Hinderniß entgegen. Man fängt dieſe Produkte in Röhren auf, welche von dem Meiler auslaufen und in eine in einer gewiſſen Entfernung von demſelben angebrachte Grube münden *).

584. Geht man von demſelben Grundſatze aus, ſo kann man folgern, daß die Apparate zum Deſtilliren für große

*) Der Verein zur Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen, theilt wie es ſcheint mit unſerm Verfaßer die Anſicht, daß man alle Sorgfalt auf die Vervollkommnung der gewöhnlichen Meilerverkohlung richten ſollte, wie aus einem in den Verhandlungen des Vereins für 1829 befindlichen Aufſatz hervorgeht. Es wird dort bemerkt, daß die Verkohlung in geſchloſſenen Öfen auf einen hohen Grad der Vollkommenheit gediehen iſt. Wenn gleich die ſchwediſchen Verkohlungsöfen des Direktor Schwartz den Erwartungen nicht entſprachen, ſo haben dagegen die andern Verkohlungsöfen, welche Dr. Reichenbach auf den Gütern des Grafen Salm bei Blansko in Mähren erbaut hat, ſehr guten Fortgang; die Kohlen ſind von vorzüglicher Güte und der Ertrag beträchtlich höher, als bei der erſten Meilerverkohlung. Man wird dort dieſe Verkohlungsweiſe ſelbſt dann noch der Meilerverkohlung vorziehen, wenn man von den Nebenprodukten keinen Gebrauch machen könnte, indem die Kohlenausbeute größer und die Kohlen von gleicher und vorzüglicher Qualität ausfallen. Die Verkohlung in eiſernen Kaſten, die von außen geheizt werden, iſt ohnedem nur da anwendbar, wo Holzſäure Hauptprodukt iſt, und kann ohne Benutzung der letztern nie mit Vortheil betrieben werden. Aber Öfen, ſelbſt von der vollkommnen Einrichtung der Reichenbach'ſchen, werden immer nur eine ſehr beſchränkte Anwendung finden, da ihre Erbauung ein beträchtliches Kapital erfordert, und das Herbeiſchaffen des Holzes zum Ofen die Kohlen vertheuert.

Eine allgemeine Verbeſſerung der Holzverkohlung läßt ſich nur von einer Einrichtung erwarten, die überall ohne große Koſten herzuſtellen iſt, und leicht von einem Ort zum andern transportirt werden kann. Dieſe Eigenſchaften haben die Vorrichtungen von de la Chabeauſſiere und de Foucaud. Der Ofen des Erſtern iſt auch in Deutſchland mit Erfolg ausgeführt worden; es wäre aber auch zu wünſchen, daß die noch einfachere Vorrichtung von de Foucaud geprüft würde, da dieſe den Angaben zufolge ein ſo vorzügliches Reſultat liefert. Gewerbsblatt. 1829.

A. u. E.

und kleine Maſſen gleiche Vortheile haben, während Meiler weniger ausbringen, je kleiner ſie ſind, wie man aus folgender Zuſammenſtellung erſieht:

	Erhaltene Kohlen aus 100 Theilen Holz dem Maaße nach.
Ein und 2 ſchichtige Meiler	25—30 pCt.
3 und mehrſchichtige —	30—34 —
Ofen von de la Chabeaussière . . .	32 —
Deſtillation in verſchiedenen Öfen . .	48 —

Zu dieſen Reſultaten muß man noch die folgenden fügen, welche jedoch mit obigen aus Mangel an Nachrichten über die Dichtigkeit des angewendeten Holzes und den Grad der Trockenheit deſſelben nicht verglichen werden können.

Ofen von Brune gab	75 pCt.
— — Schwartz	65 —
Große Meiler im nördlichen Frankreich, wo man ſehr ſtarke Holzſtücke verkohlt	50 —
Desgleichen in Kärnthen, wo man Kiefer, Fichte und Lärchenbaumholz in großen Stücken verkohlt	71—80 —

Es iſt bisweilen ſehr ſchwierig verſchiedene Verkohlungsmethoden zu vergleichen, aus Mangel an Nachrichten über das Gewicht des Holzes und das der erhaltenen Kohlen. Wir haben ſchon oben die Gewichte verſchiedener Holzarten von 1 Kubikmeter mitgetheilt, wir fügen hier die Gewichte von einigen Kohlenarten bei.

	Gewicht eines Kubikmeters.
Buche und Eichenkohlen	140 bis 250 Kilog.
Birkenkohlen	120 — 230 —
Kiefernkohlen	100 — 110 —

Wir müſſen jedoch bemerken, daß die Kohlen aus einer Holzart, die in kalkhaltigem Boden erzeugt wurde, weniger wiegt als die, wovon das Holz auf thonigem und kieſeligtem Boden gewachſen iſt. Das Gewicht kann in den Verhältniſſen wie 2:3 oft auch wie 1:2 abweichen, wegen dieſem einzigen Umſtand. Daßelbe Verhältniß findet übrigens zwiſchen dem Holz ſelbſt ſtatt. Wir fügen endlich noch die Bemerkung bei, daß ein Holzſcheit von 3 Fuß Länge und 12 Zoll Umfang, beim Verkohlen 3 Zoll der Länge nach und

4″ im Umfang ſchwindet; ſonach verhält ſich das Schwinden in der Richtung des Durchmeſſers zu der in der Länge wie 4:1 und das Holzvolum verhält ſich zum Kohlenvolum wie 27:11. Es iſt dieſes eine allgemeine Erfahrung beim Verkohlen des Holzes in Frankreich. Aber die harzigen Hölzer des Nordens machen von dieſer Regel eine Ausnahme und man muß im Allgemeinen vermeiden, die davon erhaltenen Produkte mit den aus gewöhnlichen Hölzern zu vergleichen. *)

*) Dieſen Erfahrungen zufolge, würde das höchſte Ausbringen dem Maaße nach nur 40,7 pr. Ct. betragen können.

Nach den Verſuchen von af Uhr kann das Ausbringen aber bis 50 pr. Ct. dem Volumen nach ſteigen, vorzüglich bei Fichten- und Kiefern-Holz. Meine im Kleinen angeſtellten Verſuche mit vollkommen lufttrocknem Birkenholze, gaben 52 pr. Ct. wobei die zurückgebliebene Kohle völlig ſprungfrei, alſo auch keine Volum-Vermehrung zu rechnen war.

Es kann alſo im Großen über 50 pr. Ct. Kohle nicht ausgebracht werden. Was man darüber erhält, beſteht aus Höhlungen zwiſchen den Kohlen ſelbſt, die mit in die Berechnung eingehen. Bei Fichtenholz iſt übrigens das Ausbringen nach dem Volumen ſtets größer als bei Kiefernholze, weil erſteres mehr aufſpringt, und jedes einzelne Stück ſelbſt wieder viel Riſſe und hohle Räume enthält; und daher ſind bei gleichem Volume die Kiefernkohlen den Fichtenkohlen ſtets vorzuziehen.

Nach Erdmanns Journal für techniſche und ökonomiſche Chemie Bd. 2. S. 4. bringt man in Görsdorf 85 bis 90 pr. Ct. aus, da aber das Ausbringen nach dem Gewicht nicht mit angegeben worden iſt, kann man über den reinen Ertrag jener Verkohlung nicht urtheilen.

1 Klftr. von 108 Cubikfuß Rhnl. Kiefernholz, lufttrocken und am Vorheerde des Hohofens noch beſonders getrocknet, jedoch ſo, daß es ſich nicht braun färbte, wog nach meinen Verſuchen 25 Ctr. und gab bei der Verkohlung im Meiler 66 Cubikfuß Rh. Kohlen, oder 6 1/2 Ctr. dem Gewicht nach.

Das Ausbringen nach dem Maaße war	Nach dem Gewicht
folglich = 61,1 pr. Ct.	= 26 pr. Ct.

Die Kohlen wurden in einem Maaße von 12,22 Cubikfuß Rh. Inhalt gemeſſen. Der Ausfall dieſer Verkohlung war höchſt vortheilhaft, und wird in ſtehenden Meilern nur bei vorzüglicher Sorgfalt erreicht. Es kömmt derſelbe auch dem theoretiſchen Maximum (555) ſehr nahe. Ich theile übrigens mit Berzelius und Sefſtröm die Anſicht, daß die Meilerverkohlung die vollkommenſte iſt. Aus gut geführten Meilern erhält man die dichteſten und die meiſten Kohlen. Der Meiler iſt aber nur dann gut geführt, wenn der Köhler gerade ſo viel Luft eintreten läßt, als nöthig iſt zur Oxydation des Waſſerſtoffs aus dem Holze und zur Unterhaltung des Deſtillationsproceſſes. Iſt nicht hinlänglich Sauerſtoff vorhanden, ſo wird ſich ein großer

Theil des aus dem Waſſer frei gewordenen Waſſerſtoffs mit Kohlen zu Kohlenwaſſerſtoff verbinden, und dadurch das Ausbringen vermindert werden.

In Schweden hat man in Folge dieſer Anſicht und auf Veranlaßung des berühmten Eiſencomptoirs in Stockholm Kohlungsverſuche in Meilern veranſtaltet; und zwar in ſogenannten italieniſchen Meilern. (Siehe Beſchreibung der italieniſchen Verkohlungsmethode von Ignaz. Wien.)

Die Meiler hatten nicht über 50′ Durchmeſſer und waren 2ſchichtig.

Die Sohle iſt mit einer Neigung nach der Circumferenz geſchlagen. Das Anzünden, ſo wie die Verkohlung erfolgt von oben, und zwar werden, wenn die Zone aa′ verkohlt iſt, die Luftöffnungen bb′ in gleicher Entfernung von der Erdſohle und 2 bis 3 Fuß Abſtand von einander geſtoßen, damit bei cc′ ꝛc. fortgefahren, bis die Verkohlung beendigt iſt. Sämmtliche Hölzer werden hiebei benützt, und man kann die Zonen aa′ bb′ ꝛc. worin die abgekühlten Kohlen liegen, als einen Behälter für das ſpecifiſch leichte Waſſerſtoffgas betrachten, das bei dieſer Temperatur auf die Kohlen nicht mehr zerſetzend zu wirken vermag.

Den mündlichen Mittheilungen des Herrn Profeſſor Sefſtröm zu Folge, hat ſchon vor 100 Jahren ein Geiſtlicher in Schweden dieſes Verfahren ausgeführt und es findet ſich davon eine Beſchreibung in dem Archive des Eiſenkomptoirs zu Stockholm.

Die Einführung dieſer Verkohlungsmethode iſt auch für Deutſchland wünſchenswerth. Alex.

Capitel III.

Torf und Torfkohlen.

586. Mit dem Namen Torf bezeichnet man eine bräunlich ſchwarze, leichte, matte, ſchwammige Maſſe, aus untereinander liegenden aber noch kenntlichen Vegetabilien beſtehend, die jedoch ſchon zerſetzt und zum Theil mit Erdarten vermiſcht ſind.

Unter den Brennmaterialien, von denen man im gewöhnlichen Leben Anwendung macht, verdient dieſes, ſeines häufigen Vorkommens wegen, eine ganz beſondere Beachtung; es würde uns noch wichtiger erſcheinen, wäre es erwieſen, wie viele annehmen, daß ſich daſſelbe ſehr ſchnell wieder bildet.

Die wichtigſten Torfmaſſen ſind die ſogenannten Moortorfe. Der Name bezeichnet ſogleich deſſen Vorkommen und Entſtehung. Er findet ſich in mehr oder weniger ſtarken Lagen in moraſtigen Gegenden, welche Süßwaſſerboden waren, oder es noch ſind. Die Lagen liegen horizontal, manchmal offen zu Tage, oft mit einem Sandbett oder andern Vegetabilien von ſelten mehr als einigen Fuß Mächtigkeit bedeckt. Die Torfmaſſe iſt oft durch ſehr dünne Schichten von Moraſt, Sand oder Süßwaſſermuſcheln unterbrochen. Die Ausdehnung der Torflager iſt ſehr verſchieden, und hängt vorzüglich von der Ausdehnung des Waſſers ab, in welchem es ſich gebildet hat. Man findet in Holland ſehr weit verbreitete Torflager, während in den Thälern der Alpen und Pyrenäen die Lager oft nur 20 bis 30′ im Durch-

---

*) Voigt in ſeinem „Verſuche einer Geſchichte der Steinkohlen, Braunkohlen und des Torfes", einer von der königlichen Societät zu Göttingen gekrönten Preisſchrift, nimmt die Wiedererzeugung des Torfes, angeſtellten Beobachtungen gemäß, als erwieſen an. (S. 231.) A. u. E.

meſſer ſich ausdehnen; eben ſo variirt die Mächtigkeit der Lagen, ſie iſt oft ſehr unbedeutend, manchmal 3 bis 4 Fuß, während ſie in Holland mehr als 30 Fuß beträgt.

587. Der Torf verdankt ſeine Entſtehung ganz beſtimmt der Anhäufung abgeſtorbener Vegetabilien in Moräſten und Seen, wo dieſelben ſich mit Schlamm und Waſſerpflanzen, welche in den Seen wuchſen, vermengten, wie man ſich davon beſtimmt überzeugen kann, wenn man die dicken Graslagen in moraſtigem Boden beobachtet. Mit jedem Jahre nehmen dieſe Lagen an Mächtigkeit zu und die ſich darin entwickelnden Pflanzen werden endlich ziemlich weit von ihrem urſprünglichen Standpunkt entfernt, indem eine dicke Schicht von durch einander liegenden Wurzeln und Pflanzenfragmenten ſie davon trennt.

Ähnliche aber noch mächtigere, in Schlamm verſunkene Maſſen haben durch ihre langſame Zerſetzung ebenfalls zur Entſtehung von Torf Veranlaßung gegeben.

Indeß geben nicht alle Moräſte Torf, woraus man ſchließen kann, daß zu deſſen Erzeugung beſondere Pflanzen gehören, und die Umwandlung oder Zerſetzung derſelben nur unter beſondern Umſtänden ſtatt findet. Man hat übrigens noch keine zuverläſſigen Angaben über die Wiedererzeugung des Torfs in verlaſſenen Stichen, ſo daß man bis jetzt noch deſſen fortwährendes Entſtehen bezweifeln kann, und annehmen muß, daß derſelbe unter Umſtänden entſtanden iſt, die jetzt nicht mehr vorhanden ſind.

588. Die Gewinnung des Torfs iſt ſehr leicht. Er liegt gewöhnlich ſehr nahe zu Tage oder an der Erdoberfläche; dieſe wird dann zu dem Ende entblößt und der Torf nachher auf verſchiedene Weiſe gewonnen. Man unterſcheidet die obern Schichten von den untern. Die obere ſehr faſerige Schicht beſteht aus einem Gewebe von Pflanzen, die man noch größtentheils unterſcheiden kann, und heißt Faſertorf (Bouzin.) Die andern ſind dicht, und die darin enthaltenen Vegetabilien völlig zerſetzt und unkenntlich, dieſe Schichten geben den Streich- oder Moortorf. Der Moortorf iſt vorzüglicher als der Faſertorf, die Gewinnung deſſelben geſchieht daher mit vieler Sorgfalt; übrigens iſt

die Lage des Faſertorfs nicht ſehr mächtig. Man gewinnt ſie mit dem gewöhnlichen Spaten, indem man backſteinförmige große Stücke herausſticht, die man an der Luft und der Sonne trocknet. In den franzöſiſchen Torfſtechereien geſchieht die Gewinnung des Moortorfs aber auf eine andere Weiſe. Sobald durch die Gewinnung des Faſertorfs, der Moortorf entblößt iſt, ſticht man mit einem beſonders geformten Grabſcheit, welches auf der einen Seite ein im rechten Winkel gegen die Fläche des Grabſcheites gebogenes Ohr hat, die backſteinförmigen Stücke. Man trocknet dieſelben ebenfalls an der Sonne. Manchmal hat das Grabſcheit an jeder Seite ein vorſtehendes Ohr, welche mit einem Eiſenſtäbchen oben verbunden ſind, wodurch daſſelbe das Anſehen eines an zwei Seiten offenen Käſtchens erhält. (Annales des mines. T. XXXII. pag. 264.)

Iſt der Torfſtich überſchwemmt, ſo muß man ſich einer Schaufel bedienen, um die breiartige Maſſe auf einen etwas abhängigen Platz zu werfen, damit das Waſſer davon ablaufen kann und der Torf eine dickere Konſiſtenz annimmt. Man formt dann auf die gewöhnliche Weiſe Ziegel in hölzernen Formen daraus. (Annales des mines T. XXXII. p. 241.)

589. Dieſes ſind die Gewinnungs-Methoden des Torfs in Frankreich, Deutſchland und mehreren andern Ländern. Die Holländiſche iſt davon gänzlich verſchieden; ſie iſt durch die ſorgfältige Beſchreibung, welche Dejean (Annales de Ch. XXXIV. p. 225) davon gegeben hat, bekannt. Folgende ſpeziellere Angaben ſind aus deſſen Abhandlung abgedruckt worden.

Der Faſertorf und alle Torfarten, die ſich dieſen nähern, werden ſtets mit dem Grabſcheite gewonnen und oberflächlich geformt. Aber den Moortorf gewinnt man auf eine beſondere Weiſe, und dieſe wollen wir näher betrachten.

Man entblößt das Torflager, ſticht denſelben anfänglich mit dem Grabſcheite, und nimmt ihn hernach mit der Schaufel heraus. Gewöhnlich ſind die Schaufeln, welche man in Frankreich in ähnlichen Fällen anwendet, nach der Geſtalt eines eiſernen Eimers geformt, die holländiſchen ſind aber beſſer. Sie beſtehen in einem einfachen Ringe mit

ſcharfen Rändern, der durchlocht iſt, um in die Löcher die Bänder von einer Art Netz oder Sack zu befeſtigen, der die Vertiefung oder den Bauch einer Schaufel bildet. Der Arbeiter gewinnt mit dieſem Inſtrument weniger Waſſer und mehr Torf. Er wirft den Torf in einen Kübel, in welchem ein Arbeiter mittelſt einer Gabel ihn durchrührt und die groben Stücke zerreißt, und dann noch etwas Waſſer zufügt, um eine Art Teig bilden zu können, den er gut mit den Füßen durch einander tritt und mit einer Krücke zerreißt. Iſt der Teig gut bereitet, ſo gießt man ihn auf eine 12 bis 30′ breite Fläche, welche ſo lang iſt, als es der Platz geſtattet. Die aufgeſchüttete Torfſchicht iſt 13 Zoll hoch. Dieſe Fläche iſt mit Brettern von 14 Zoll Höhe eingefaßt und dieſe Einfaſſung bildet einen Trog für den gewonnenen Torf. Das überflüſſige Waſſer läuft zum Theil ab, verſinkt in der Erde oder es verdampft auch nach und nach. Damit der Torf ſich nicht auf den Erdboden anſetzt, bedeckt man vorher die Kohle, worauf er kommen ſoll, mit einer Lage feſtgetretenem Heu. Nun gießt man den Torf in breiigem Zuſtande darauf; hernach wird derſelbe mit der Schaufel ausgebreitet und mit dem Schlägel darauf geſchlagen, um ihm eine gleichmäßige Stärke und Konſiſtenz zu geben. Nach Verlauf von einigen Tagen hat ſich ein großer Theil des Waſſers in die Erde gezogen, und viel davon iſt verdampft, wodurch der Torf mehr Zuſammenhang erhält. Man läßt nun Kinder und Weiber darauf herumtreten. Dieſe haben ſtatt der Schuhe 6 Zoll breite und 13–14 Zoll lange Bretchen an den Füſſen, welche ſie nach Art der Schlittſchuh befeſtigen. Durch dieſes Herumtreten erhält der Torf gleiche Mächtigkeit, wird kompacter und die ſich gebildeten Riſſe verſchwinden. Man hört mit dem Treten auf, ſobald man auf dem Torfe mit gewöhnlichen Schuhen herumlaufen kann, ohne einzubrechen. Hernach ſchlägt man denſelben nochmals mit breiten Schaufeln oder Schlägeln zuſammen und endigt damit, der Lage eine gleichförmige Mächtigkeit von 8 bis 9 Zollen zu geben.

Auf dem Torfhaufen zieht man hierauf mit Hilfe eines Richtſcheites Linien, welche denſelben in Quadrate von 4 bis 4½ Zoll theilen. Da die Mächtigkeit der Schicht 8 Zoll be-

trägt, ſo erhält man, wenn die Schicht nach den vorgezeichneten Linien durchſtochen wird, Ziegel von 8″ Länge und 4″ Breite und Dicke.

590. Das Stechen der Ziegel geſchieht mit einem ganz beſonders geformten Grabſcheit, deſſen Eiſen einen ſehr ſtumpfen Winkel bildet. Man durchſticht den Torf hier und da in der Richtung der gezogenen Linien, um zu ſehen, wie weit er ausgetrocknet iſt, und um das Trocknen noch zu befördern. Je trockner er wird, um ſo weiter wird er durchſtochen. Iſt das Durchſtechen beendigt, ſo überläßt man die Ziegel ſich ſelbſt einige Zeit, damit ſie mehr Konſiſtenz erhalten. Endlich heben die Arbeiter die Ziegel der 1ten, 3ten, 5ten ꝛc. Reihe heraus und legen ſolche quer auf die noch feſt liegenden der 2ten, 4ten und 6ten ꝛc. Reihe. Die Arbeiter haben dabei lederne Handſchuhe an. Nach einigen Tagen ſetzt man dieſe in umgekehrter Ordnung um, ſo daß die untern oben und die obern nach unten kommen. Dieſes Umſetzen iſt hinreichend, daß die Ziegel von ſelbſt in kurzer Zeit trocknen. Die trocknen Ziegel werden in Schoppen aufbewahrt; man muß jedoch die Torfziegel nicht früher als bis ſie vollkommen trocken ſind, in Schoppen bringen. Nicht gehörig trockne Ziegel werden in denſelben oft ſo warm, daß ſie Feuer fangen.

591. Um nun leichter beſtimmen zu können, unter welchen Umſtänden der Torf vorzüglich anwendbar iſt, muß man deſſen Zuſammenſetzung näher kennen. Bei der Deſtillation giebt er dieſelben Produkte wie das Holz, aber in andern Verhältniſſen. Torf aus der Grafſchaft Mansfeld gab nach Klaproth:

1. Feſte Produkte 46,5	20,0	Kohle.
	2,5	Schwefelſauren Kalk.
	1,0	Eiſenoxyd.
	6,5	Thonerde.
	4,0	Kalk.
	12,5	Kieſelſand.

2. Flüſſige Produkte 42,0	12,0	Mit Holzſäure geſchwängertes Waſſer.
	30,0	Empyreumatiſches braunes kryſtalliſirbares Öl.
3. Gasförmige Produkte 17,5	5,0	Kohlenſäure.
	12,5	Kohlenoxydgas und Kohlenwaſſerſtoffgas.

Außerdem findet ſich aber auch noch eſſigſaures Ammoniak zwar in geringer, aber in einigen Torfarten doch ſehr merklicher Menge; es verdankt ſeine Entſtehung vielleicht Überreſten von Thieren, welche ehedem in den Mooren lebten.

Die Aſche reagirt etwas alkaliſch, doch rührt dieſes nicht von Kali, ſondern von Kalkgehalt her. Es können übrigens die quantitativen Verhältniſſe der Beſtandtheile nach der Art des Torfs und deſſen Entſtehung ſehr abweichen. Man ſieht daß außer den 20 pCt. Aſche, welche aus dem Sumpfe entſtehen, worin ſich der Torf gebildet hat, die übrigen 80 Theile brennbarer Maſſe, eben ſo viel Kohle als das Holz ſelbſt zurücklaſſen. Der hauptſächlichſte Unterſchied beſteht in der größern Quantität Öl, welche einige Torfarten geben.

Man wird den vorigen Angaben zufolge geneigt ſeyn zu glauben, daß der Torf vom Holz wenig verſchieden iſt; jedoch laſſen die Verſuche von Klaproth keinen Zweifel, daß der Torf nichts anders als Humus (ulmine) iſt; dieſes folgt auch aus den neuen Verſuchen von Braconnot über den franzöſiſchen Torf. *) Dieſer Humus iſt wahrſcheinlich zum Theil als humusſaurer Kalk in dem Torf vorhanden. Durch kauſtiſche Alkalien kann man in der Kälte alle brennbaren Subſtanzen aus dem Torfe ausziehen, und man erhält dann eine braune Auflöſung von humusſaurem Alkali.

*) Die neueſten und intereßanteſten Verſuche in dieſer Hinſicht hat C. Sprengel angeſtellt. Aus deſſen Unterſuchungen, die vorzüglich in agronomiſcher Hinſicht äußerſt wichtig ſind, ergab ſich, daß der Torf größtentheils aus Humus beſteht, der, ganz entſchieden ſaure Eigenſchaften beſitzend, von ihm Humusſäure genannt wird. Dieſe Humusſäure verbindet ſich mit allen Baſen und bildet damit theils auflösliche, theils unauflösliche humusſaure Salze. (S. Kaſtners Archiv f. d. geſ. Naturlehre. B. 8. S. 145.) A. u. E.

593. Die getrockneten Torfziegel werden in vielen Ländern unmittelbar als Brennmaterial angewendet. Sie entzünden ſich ſchwer, ſind ſie aber einmal entflammt, ſo brennen ſie ruhig und mit ſtarker Flamme fort. Der Torf verbreitet beim Verbrennen einen unangenehmen Geruch, und dieſes beſchränkt ſeine Anwendung im gewöhnlichen Leben. Bei einem gut conſtruirten Feuerheerd oder Kamin iſt dieſes jedoch nicht der Fall. Selbſt in holzreichen Ländern wird der Torf von der ärmern Klaſſe und von Fabrikanten häufig angewendet. Die Fabrikanten bedienen ſich deſſelben zum Abdampfen, zum Brennen des Kalkes, der Ziegel und der gewöhnlichen und glaſirten Töpferwaaren. Die glaſirten Waaren erfordern übrigens bisweilen ein ſehr lebhaftes Feuer, weshalb man gegen das Ende der Operation (dem eigentlichen Einbrennen) Holz anwendet. Man nimmt an, daß unter allen Brennmaterialien der Torf die gleichförmigſte Hitze giebt. Ganz gewiß iſt es, daß wenn der Torf einmal angezündet iſt, er fortbrennt, ohne daß man ſo oft den Roſt zu reinigen nöthig hat; die Flamme iſt jedoch nicht ſo lebhaft wie beim Holze.

Der Torf von guter Qualität giebt bei gleichem Gewichte eben ſo viel Hitze als das Holz, nämlich die Hälfte weniger als Steinkohlen. Nach Péclet iſt die ſtrahlende Wärme des brennenden Torfes größer, als die des brennenden Holzes. *)

---

*) Ich habe den Torf mit dem beſten Erfolge zum Umſchmelzen des Roheiſens in beſonders konſtruirten Flammöfen und zum Friſchen des Eiſens in Puddlingsöfen angewendet. Sind die Öfen auf dieſes Material eingerichtet, ſo erzeugt man damit einen eben ſo hohen Hitzgrad als bei Holz und Steinkohlen, und deshalb liegt es gewiß an dem Bau des Ofens, wenn Töpfer, wie unſer Verfaſſer ſagt, zum Einbrennen oder zu Ende der Operation Holz anwenden müſſen. Auf den Bau der Öfen ſelbſt für Torffeuerung komme ich ſpäter unter dem Capitel Eiſengewinnung wieder zurück.

Ferner hat ſchon im Jahr 1792. Murdoch in England aus Torf Leuchtgas dargeſtellt. (Pecston, on oil and coal gas.) Ich habe ebenfalls aus Torf, welcher vorher mit ein wenig Öl befeuchtet wurde, Gas dargeſtellt, das eine ſehr helle Flamme gab. Alex.

Torfkohle.

594. Der Torf wird zu mehreren Zwecken brauchbar, wenn man ihn verkohlt. Man kann die Kohle zum Erwärmen der Zimmer ſo wie zu mehreren metallurgiſchen Arbeiten, wozu roher Torf nicht taugt, anwenden. In Folge deſſen, was bereits über die Produkte, welche er bei der Deſtillation giebt, geſagt wurde, ſollte man dieſelben Verkohlungsmethoden wie wie beim Holz anwenden können. Indeß iſt die Verkohlung des Torfs in Meilern nicht vortheilhaft. Der Torf ſchwindet nämlich beim Verkohlen zu ſehr, wodurch die Decke ſo ſehr zerreißt, daß ein großer Theil Torf verbrennt. Im nördlichen Frankreich iſt dieſe Methode jedoch üblich.

Das Verkohlen in verſchloſſenen Gefäſſen oder die eigentliche trockne Deſtillation iſt vorzüglicher. Thillaye-Platel (Ann. de Chim. T. XLVIII. pag. 129.) hat ſchon im Jahr 1786 in dieſer Hinſicht Verſuche angeſtellt und hierbei findet zugleich der merkwürdige Umſtand ſtatt, daß der nämliche Verfaßer zuerſt oder wenigſtens zu gleicher Zeit mit Lebon das ſich beim Deſtilliren entbindende Gas, als Brennmaterial in dem Verkohlungsofen angewendet hat. Der Apparat, deſſen er ſich bediente, wich nicht weſentlich von denen ab, welche man zum Verkohlen des Holzes in verſchloſſenen Gefäſſen anwendet. Es war nämlich ein, in einem beſondern Ofen liegender horizontaler Zylinder aus Blech, an welchem eine ebenfalls blecherne oder gußeiſerne Röhre angeſtoßen war, die in ein beſonderes verſchloſſenes Gefäß mündete. Die ſich kondenſirenden Flüſſigkeiten blieben in demſelben, und die Gaſe wurden mittelſt eines zweiten Rohres von da unter den Roſt zum Verbrennen geleitet. Die ſich entbindende Gasmenge war hinreichend, um den zum Deſtilliren des Torfs nöthigen Hitzgrad zu unterhalten. Die Verſuche wurden mit Torf aus der Gegend von Gournai angeſtellt. Sie wurden von Blavier mit Torf aus dem Thale von Vesle bei Reims wiederhohlt. (Annal. des mines. T. IV. p. 177.) Die Vorrichtung, deren Blavier ſich bediente, war ebenfalls den bei der Deſtillation des Holzes gebräuchlichen Ap-

paraten ähnlich, ausgenommen daß die Retorte hierbei ſenkrecht eingeſetzt war.

Folgende Produkte hat Blavier aus dem Torf von Vesle bei Verſuchen im Kleinen erhalten:

34,7	Kohlen und Aſche.
6,8	Theer.
39,9	Saures Waſſer.
18,6	verſchiedene Gaſe und Verluſt.
100	

Wurden 100 Kilog. auf einmal eingeſetzt, ſo erhielt man 40 bis 41 Kilog. Kohle, deren Aſchengehalt jedoch nicht beſtimmt worden iſt; es iſt derſelbe für jede Torfart verſchieden. Die Torfkohlen kamen dem Volum nach eben ſo theuer, als die Holzkohlen; man fand aber, daß ein gleiches Gemäß mehr Hitze als Holzkohlen gab, weil das ſpecifiſche Gewicht derſelben größer war. Der Torf, welchen Thillaye unterſuchte, gab 38 bis 40 pCt.; Kohle, welche 13 bis 16 Theile Aſche beim Verbrennen zurückließ. Sehr wichtig iſt es, die Torfkohlen vor dem Herausnehmen jedesmal vollkommen abkühlen zu laſſen, weil ſie außerdem an der Luft leicht Feuer fangen.

595. Aus dieſen Verſuchen ergiebt ſich, daß man nur Torf von vorzüglicher Güte mit Vortheil deſtilliren kann. Es giebt Torfarten, die die Hälfte ihres Gewichts Aſche geben, man muß übrigens nur diejenigen anwenden, welche nicht mehr als $\frac{1}{7}$ oder $\frac{1}{8}$ ihres Gewichts Aſche zurücklaſſen. Der große Aſchengehalt verzehrt theils einen Theil der Hitze beim Verbrennen, welche nutzlos verloren geht, theils nimmt er auch auf unnütze Weiſe Platz im Verkohlungsofen ein. Es iſt übrigens nicht wahrſcheinlich, das man jemals den Torf mit Vortheil in verſchloſſenen Gefäßen wird verkohlen können. Wenn Verſuche dieſer Art vortheilhafte Reſultate geben ſollen, ſo müſſen ſie ſehr im Großen und mit wohlfeilen Apparaten ausgeführt werden, ähnlich denen von Schwartz und Chabeauſſiere. Blavier hat ſchon vor langer Zeit einen ähnlichen Ofen für dieſen Zweck angewendet. (Ann. des mines N. 2.)

Es iſt übrigens, den Verſuchen Blavier zu Folge, nicht zu bezweifeln, daß es in vielen Fällen vortheilhaft iſt, den Torf vorher zu verkohlen. Dieſe Kohle hat in jeder Beziehung einen Vergleich mit der Holzkohle ausgehalten; ſie wurde zum Schweißen ſehr ſtarker Eiſenſtücke angewendet und hat ſich dazu vorzüglicher als Steinkohle bewieſen; man hat ſich derſelben mit Vortheil in Schmelz- und Probieröfen bedient, wenn man Rückſicht auf die Konſtruktion des Roſtes nahm und denſelben weiter und größer machte, damit die viele Aſche, welche ſich jederzeit erzeugt, durchfallen konnte und der Luftzutritt erleichtert wurde. Die Kohlen ſind den aus hartem Holze ſehr ähnlich. In Kaminen verbrennt man ſie nach Art der Koke.

Man betrachte den Torf wie man nur immer will, ſo bleibt er doch ſtets ein ſehr ſchätzbares Brennmaterial ſchon des geringen Preißes wegen und eine Hilfsquelle für die ärmere Klaſſe ſelbſt in holzreichen Gegenden. Er iſt übrigens in holzarmen Ländern, wie z. B. Holland, von der größten Wichtigkeit.

596. Die größten Torflager in Europa finden ſich in Holland, Weſtphalen, Hannover, Preußen, Schleſien, Schweden, Schottland, England, Irland, Sachſen, und in dieſen Ländern giebt es ungeheuere Lager.

Frankreich hat nur wenig Torf. Die größten Torfſtiche ſind in den Thälern von Somme, zwiſchen Amiens und Belleville. Man kann nicht mit Beſtimmtheit angeben, wie viel jährlich gewonnen wird, ſo viel iſt aber gewiß, daß noch bedeutend mehr gewonnen werden könnte.

Außer den verſchiedenen Abhandlungen, auf welche wir im Verlauf dieſes Capitels uns bezogen haben, müſſen wir noch auf eine Reihe Notizen, welche in den Ann. des mines N. 2 bekannt gemacht worden ſind, ſo wie auf eine beſondere Inſtruction, welche in demſelben Journal N. 6 ſich befindet, aufmerkſam machen. Man findet darin ausführliche Beſchreibungen über das Verkohlen und die Anwendung des Torfs zu ökonomiſchen Zwecken, ſo wie über ſein Vorkommen in Frankreich. Dieſe Berichte, ſo ſchätzbar ſie auch ſind, müſſen jedoch mit Aufmerkſamkeit geleſen und vorſich-

tig benutzt werden, weil man darin Braunkohlen für eigentlichen Torf genommen hat, eine Verwechslung, die übrigens für die Anwendung keinen ſchädlichen Einfluß haben kann, weil man ſorgfältig ſchwefelkieshaltigen Torf, welcher jederzeit Braunkohle iſt, von reinem oder wirklichen Torf unterſchieden hat *).

*) Der Oberforſtmeiſter Moſer in ſeinem Werk „Die Torfwirthſchaft im Fichtelgebirge. Nürnb. 1825. bei Riegel und Wießner." hat ſchätzbare Nachrichten über die Benutzung und Behandlung des Torfs mitgetheilt; ebenſo finden ſich Notizen über die Anwendung der Torfkohle in dem Kalender für den Sächs. Berg- und Hüttenmann 1829. S. 194. bis 196. A. u. E.

Capitel IV.

Foſſile Brennſtoffe. — Braunkohle. Steinkohle. Anthrazit.

597. Nachdem wir die Hölzer in ihrem gegenwärtigen natürlichen Zuſtande, ſo wie die Torfarten, welche ihre Entſtehung einer Umänderung der Vegetabilien, welche noch in unſern Tagen ſich wiederholen kann, betrachtet haben, bleibt uns noch übrig, die foſſilen Brennmaterialien näher zu unterſuchen.

In der Geognoſie klaſſificirt man dieſe Subſtanzen nach der Zeit ihrer Entſtehung oder vielmehr ihrer Lagerungsfolge im Innern des Erdkörpers; wir wollen dieſe Klaſſifikation, welche ein Mittel darbietet, die Charakteriſtik jeder dieſer Subſtanzen im Allgemeinen zu entwerfen, beibehalten.

Nach dem Torfe, welcher dem jüngſten aufgeſchwemmten Lande angehört, findet man in größerer Teufe, im tertiären Gebirge verſchiedenartige Lagen von Braunkohlen; auch in den obern Lagen des ſekundären Gebirgs finden ſie ſich, aber in den untern nicht mehr, denn dieſe haben dafür Steinkohlen aufzuweiſen. Eben ſo findet man in Übergangsgebirgen keine Steinkohle, aber Anthrazit. Alle dieſe brennbaren Körper verdanken ihre Entſtehung vegetabiliſchen und oft auch animaliſchen Subſtanzen, welche durch eine langjährige und gänzliche Umänderung ſich in verſchiedene Produkte verwandelt haben. Bei einem Phänomen dieſer Art muß man die geringſten Abweichungen beobachten, welche theils zwiſchen dieſen verſchiedenen Schichten, theils zwiſchen den Schichten derſelben Formation ſelbſt ſich zeigen, und ſolche finden wirklich Statt. Es exiſtirt aber auch eine Ähnlichkeit zwiſchen den Schichten von derſelben Altersfolge, ſo daß man ziemlich leicht Anthrazit, Steinkohle und Braun-

kohle, ohne ihr Lagerungsverhältniß zu kennen, von einander unterſcheiden kann. Man kann indeß Anthrazit und Braunkohle in der Steinkohle finden, welche ſich mehr oder weniger der Steinkohle nähern, indeß ſind dieſes nur einzelne Stücken, von welchen man keinen Schluß auf die Beſchaffenheit des Lagers machen kann. Es darf nicht überſehen werden, daß obgleich die Körper, welche der Mineralog mit den Namen Steinkohle, Anthrazit, Braunkohle bezeichnet, in ihrer vollkommnen Reinheit weſentlich von einander unterſchieden ſind, ſie doch durch eine Menge Zwiſchenglieder, die man weder nach ihren äuſſern Kennzeichen, noch nach ihrer Zuſammenſetzung unterſcheiden kann, in einander übergehen.

Dieſe Subſtanzen können in ihren verſchiedenen Abänderungen nicht zu gleichen Zwecken verwendet werden, wir müſſen deshalb durch eine ſorgfältige Betrachtung ihrer Eigenſchaften ſie näher kennen zu lernen ſuchen. Der Zuſammenhang, der übrigens zwiſchen dieſen Körpern ſtatt findet, veranlaßt uns, ſie Vergleichungsweiſe zu betrachten und ſie in eine einzige Gruppe zuſammen zu ſtellen.

Wir wollen nun zuvörderſt eine kurze Beſchreibung voranſchicken, um die Bedeutung der Benennungen verſtehen zu können, womit man gewöhnlich jene Körper bezeichnet; hierbei werden wir die Ordnung, welche die natürlichſte ſcheint, befolgen und annehmen, daß die Vorſtellung, welche man ſich über die Entſtehung dieſer Produkte macht, gegründet ſey. Den Anfang werden wir mit denjenigen machen, welche ſich dem gewöhnlichen Holze am meiſten nähern und zuletzt unſere Betrachtung mit denen ſchließen, welche aus reiner oder wenigſtens aus faſt reiner Kohle zu beſtehen ſcheinen.

Braunkohlen.

(Lignites.)

598. Man bezeichnet mit dieſem Namen ein foßiles Brennmaterial, welches ſowohl mit brauner Farbe und Holztextur, oder mit derſelben Farbe ohne Holztextur, als auch erdig und pulverig vorkommt; bisweilen erſcheint es mit ſchwarzer Farbe und Holzſtructur und endlich auch eben ſo

ſchwarz gefärbt, aber mit muſchlichem Bruche ohne holzartiges Anſehen. Beim Deſtilliren verhalten ſich die Braunkohlen wie das Holz oder vielmehr wie der Torf, ſie geben Kohlen mit mehr oder weniger Erdgehalt, Holzſäure und ammoniakhaltiges Waſſer, Theer, Kohlenwaſſerſtoffgas, Kohlenoxydgas und Kohlenſäure. Die Quantität richtet ſich nach den Abarten der Braunkohlen. Auf die chemiſche Zuſammenſetzung dieſer Subſtanz werden wir ſpäter wieder zurückkommen. Aus dieſen vorläufigen Angaben geht im Allgemeinen hervor, daß die Braunkohlen ſich im Feuer ähnlich wie der Torf verhalten, nur die Abweichungen ausgenommen, welche durch thieriſche Beſtandtheile herbeigeführt werden können.

Die Ähnlichkeit mit dem Torf erweiſt ſich aber auch noch auf andere Weiſe. Die Braunkohle giebt eben ſo wie der Torf in Kali eine braun gefärbte Auflöſung, wie das Ulmin. Die Braunkohlen laſſen ferner, wie der Torf nach dem Deſtilliren, Kohlen als Rückſtand, welche entweder die Form des der Deſtillation ausgeſetzt geweſenen Stücks Braunkohle beibehalten hat oder in Pulver zerfallen iſt. Beide Hauptcharaktere findet man weder bei der Steinkohle, noch bei dem Anthrazit.

Wir wollen jetzt die verſchiedenen Variäten der Braunkohle näher betrachten.

599. Matte Braunkohle, auch erdige Braunkohle. (Lignites ternes.) Unter dieſem Namen verſteht man die, welche eine bedeutende Menge Ulmin oder Humusſäure enthalten, ſo daß man dieſen Beſtandtheil als den charakteriſtiſchen anſehen kann; dieſe nähern ſich ſonach dem Torf. Sie haben oft eine ſo vollkommen faſerige Structur, daß man die darin enthaltenen Vegetabilien noch beſtimmen kann.

Oft hat jedoch eine weiter vorgerückte Zerſetzung die Vegetabilien in reines Ulmin verwandelt; dann iſt die faſerige Structur zerſtört und die Braunkohle bildet nun eine homogene Maſſe von erdigem Anſehen. Dieſes iſt z. B. der Fall mit der Umbra oder Cölniſchen Erde, welche man in der

Nähe der Stadt Cöln bei Brühl gewinnt. Durch eine noch weiter vorgerückte Zerſetzung werden die Braunkohlen ſchieferig und zuweilen glänzend; in dieſem Falle kommen ſie größtentheils in Begleitung von Schwefelkies vor, und man gewinnt ſie dann zur Alaunbereitung. Führen ſie aber wenig oder keinen Schwefelkies, ſo wendet man ſie als Brennmaterial zum Abdampfen, zum Kalkbrennen ꝛc. an.

In Frankreich findet man mehr oder weniger bedeutende Lager davon, in Soissonnais, in Laonnais, Depart. de l'Aisne; zu Montdidier, Depart. de la Somme, zu Sainte Marguerite bei Dieppe, zu Ruelle in dem Depart. des Ardennes, zu Piolenc bei Orange und im Departement de Vaucluse *).

600. Pechkohle. (Lignites piciformes.) Dieſe nähern ſich den eigentlichen Steinkohlen mehr als die Vorigen, ſie ſind glänzend von Farbe; die Structur derſelben iſt dicht und ein wenig ſchiefrig; ſie haben ein pechartiges Anſehen, unterſcheiden ſich aber von den Steinkohlen vorzüglich dadurch, daß ſie beim Erhitzen, ohne ſich aufzublähen, brennen, und daß die rückſtändigen Kohlen die Form nicht geändert haben. Dieſe Braunkohlen gleichen den Steinkohlen ſo ſehr, daß Voigt und Brongniart hierher die Kennelkohle gerechnet haben, welche im hohen Grade die Eigenſchaften der beſten Steinkohlen beſitzt. Die Pechkohlen kommen oft in ſehr mächtigen Lagen vor, ſo daß ihre Gewinnung ſehr leicht wird. Die Gegenden von Aix, Marſeille, Toulon, Vaucluſe und Ruelle (in den Ardennen) haben dergleichen Lager. Unter den verſchiedenen Fundorten derſelben nennen wir hier blos die Gegenden von Vevey, Lauſanne, Caſſel, den Meißner und Falkenau in Böhmen ꝛc.. Überall, wo es nicht darauf ankommt, vorzüglich backende Steinkohlen zu haben, vertritt dieſe Braunkohle die Stelle der Steinkohlen. **)

---

*) In Deutſchland finden ſich die verſchiedenen Varietäten dieſer Braunkohle bei Münden, am Habichtswald bei Kaſſel, bei Helmſtädt, in Kaltennortheim, Großalmerode, am Meißner, bei Bonn, bei Redwitz im Fichtelgebirge. ꝛc. A. u. E.

**) Auf dem Braunkohlenwerk am Habichtswalde bei Caſſel ſind Verſuche

601. In dieſer Abart der Braunkohle kommt die Gagatkohle (Jayet) vor. Es iſt bekannt, daß dieſe Maſſe gewonnen wird, um Gegenſtände des Luxus und Verzierungen daraus zu verfertigen. Die Gewinnung derſelben und die Methoden, welche man anwendet um ſie zu ſchneiden, verdienen eine ſpeziellere Beſchreibung.

Man macht verſchiedene Verzierungen aus den Gagatkohlen und ſchneidet ſie in mehr oder minder große Körner, welchen man verſchiedene Formen giebt, und mit Facetten verſieht; es werden vorzüglich daraus Ohrringe, Halsbänder, Roſenkränze, Kreuze ꝛc. gemacht.

Vorzüglich zu Sainte-Colombe-sur-Lers, Depart. de l'Aude iſt die Hauptfabrikation dieſer Artikel. Ehedem wurde ſie ſehr lebhaft betrieben. Man verarbeitete daſelbſt nicht nur die Pechkohlen aus den dortigen Departement zwiſchen Bugarach und den Bädern von Rennes ſondern auch die aus den Gruben zu Aragonien. Seit zwanzig Jahren gewinnt man zu dieſem Behuf im Innlande keine Kohlen mehr, ſondern bezieht ſie aus Spanien.

Um Verzierungen aus den Pechkohlen zu machen, beginnt man damit, ſie mittelſt eines Meſſers in kleine Stücke zu zerſchneiden. Man giebt ihnen ungefähr die Form, welche ſie erhalten ſollen; durchbohrt ſie nachher an den ſchicklichſten Punkten, und ſchleift ſodann, nach Art der Steinſchneider Facetten darauf, mittelſt eines horizontal liegenden Schleifſteines, der fortwährend befeuchtet wird.

Die Facetten werden geſchliffen, indem man das Korn gegen die Circumferenz des Schleifſteins hält, welcher gewöhnlich ſehr rauh iſt; man polirt die Körner, indem man ſie gegen den Mittelpunkt des Steins bringt, der gewöhntich mittelſt eines Kieſelſteins, den man von Zeit zu Zeit da-

---

mit dem Abſchwälen der Braunkohlen angeſtellt und durch den Kurheſſiſchen Bergmeiſter Strippelmann in den Studien des Göttingiſchen Vereins. 2 Band. 1828. beſchrieben worden.

Man erhielt im Durchſchnitt aus 100 Kubikfuß holzförmiger pechartiger Braunkohle 44,13 pr. Ct. abgeſchwälte Kohlen, die ſich als ſehr brauchbar bei gewöhnlichen Schmiedearbeiten bewieſen. A. u. E.

rauf abſchleift, glatt erhalten wird. Sonach kann der Arbeiter ohne ſeinen Platz, noch das Werkzeug zu verändern, zu gleicher Zeit ſchneiden und poliren. Da die Pechkohle gegen den Schleifſtein ſehr weich iſt, ſo läßt ſie ſich äußerſt leicht façonniren. Ein Arbeiter ſchneidet mit dem Meſſer täglich 1500 bis 4000 Stück, je nachdem ſie groß ſind, aus dem Gröbſten; er durchlöchert in derſelben Zeit 3 bis 6000 Stück, und man kann annehmen, daß in einem Tage 15000 Facetten geſchliffen werden.

Die aus dieſem Material verfertigten Waaren werden ſelten in Frankreich verkauft. Man führte ſie früher in großen Quantitäten nach Deutſchland, Afrika, der Türkei, Spanien und die Colonien aus. Dieſer Handel iſt aber ſehr ins Stocken gerathen.

So waren z. B. die Werkſtätten zu Sainte-Colombe vor ungefähr 100 Jahren 250000 Fr. werth und beſchäftigten 1000 bis 1200 Arbeiter.

Im Jahr 1806. ſchätzte man ſie auf 50000 Fr. und ſie beſchäftigten nur 150 Arbeiter.

Im Jahr 1811. war nur noch eine einzige Mühle von 7500 Fr. Werth vorhanden, und man beſchäftigte nicht mehr als 15 Arbeiter.

Jetzt hat dieſer Induſtriezweig beinahe gänzlich aufgehört und ſchon ſeit 1822 wird in den Tabellen über Ausgangszölle dieſer Artikel nicht mehr benannt.

Die Braunkohlenart, welche ſich auf dieſe Weiſe bearbeiten läßt, bildet keine beſondern Lager; ſie findet ſich in Knollen und ſelbſt in abgebrochenen Lagen in der Pechkohle und manchmal auch, aber ſeltener in den Lagen der erdigen und faſerigen Braunkohle. Man weiß jedoch nicht, ob dieſer Gagat in den verſchiedenen Braunkohlenarten ohne Unterſchied vorkommt, oder ob derſelbe nur mit einigen unter ihnen gleichzeitig entſtanden iſt.

Genauere Nachrichten über die Gruben des Depart. de l'Aude findet man in den Ann. des mines. N. 4. p. 35.

Steinkohlen.

(Houilles.)

602. Die Braunkohlen ſind, geognoſtiſch betrachtet, von den eigentlichen Steinkohlen weſentlich verſchieden, hinſichtlich ihrer chemiſchen Miſchung aber iſt der Unterſchied nicht merklich, wovon man ſich überzeugen kann, wenn man die letztgenannten Braunkohlenarten mit denjenigen Steinkohlen vergleichen will, welche wir hier oben an ſtellen. Man kann die verſchiedenen Steinkohlenarten in 3 Klaſſen bringen. In kauſtiſchem Kali löſen ſie ſich gewöhnlich nicht auf, ſie laſſen aber beim kalciniren in verſchloſſenen Gefäßen eine mehr oder weniger lockere Kohle zurück.

603. 1) Trockene Steinkohle. (Sandkohle nach Karſten.) Houille sèche. Sie iſt ſchwarz ins Braune oder Graue übergehend, im Bruch wenig glänzend; ſie entzündet ſich ſchwer; ſie brennt, ohne ſich aufzublähen oder zu ſchmelzen, mit einer blauen Flamme.

Dieſe Variätät hat mit der pechartigen Braunkohle viel Ähnlichkeit; ſie findet ſich nie in mächtigen Lagen und jederzeit in Begleitung der fetten Steinkohle. Sehr oft wird die pechartige Braunkohle mit dieſer Steinkohle verwechſelt.

604. 2) Fette Steinkohle. (Grobkohle, Schieferkohle, Backkohle.) Houille grasse. Von glänzend ſchwarzer Farbe, bisweilen iriſirend und im Bruche glänzend; ſie iſt leichter als die vorige und viel zerbrechlicher; ſie entzündet ſich ſehr leicht und brennt mit einer langen weißen Flamme, die ſehr viel Ruß abſetzt; beim Verbrennen bläht ſie ſich mehr oder weniger auf und bildet eine breiartig fließende Maſſe.

Sie findet ſich niemals im Kalkgebirg und iſt bis jetzt nur in Schiefergebirgen, welche das ſogenannte Kohlengebirg bilden, gefunden worden.

605. 3) Dichte Steinkohle. (Kennelkohle.) Houille compacte. Wir bringen dieſe Steinkohlenart als die ſeltenſte in die dritte Claſſe. Man kennt ihre Lagerungsverhältniſſe noch zu wenig, als daß man Gewißheit ſagen könnte, ſie gehören nicht zu den Braunkohlen; ſie ſind von

denſelben aber gänzlich verſchieden, indem ſie ſich ſehr leicht entzünden und beim Brennen ſich aufblähen, und weil ſie Kohlenwaſſerſtoff in reichem Maße liefern, wodurch die lange weiße Flamme entſteht. Sie läßt ſich eben ſo gut als der Gagat poliren und ſchleifen, ſie iſt ſchwarzgrau, matt, der Bruch iſt eben oder muſchlich, die Oberfläche eben; ſie iſt leicht und feſt, aber nicht ſo hart als die Gagatkohle.

Dieſe Steinkohle findet ſich in Lancashire in England, und wegen ihrer langen Flamme hat man ſie Kerzenkohle (cannel - coal) genannt.

Brongniart rechnet mit Voigt die Kennelkohlen zu den Braunkohlen. Man könnte ſie übrigens auch Leuchtkohle nennen, weil ſie in England beinahe einzig und allein nur zur Erzeugung von Leuchtgas verwendet wird. Der Name dichte Steinkohle zeigt übrigens deren Textur an. Man hat daraus Gefäſſe und mancherlei Zierrathen gemacht. Geſchnitten und polirt, hat ſie eine ſehr ſchöne ſchwarze Farbe.

Anthrazit (Glanzkohle.)

(Anthracite.)

606. Wir haben bereits dieſen Körper (444) erwähnt, indem wir von der reinen Kohle handelten. Der Anthrazit ſcheint wirklich nur Spuren von Waſſerſtoff und Sauerſtoff zu enthalten, und daraus erklärt es ſich, daß er unter allen mineraliſchen Brennmaterialien am ſchwerſten zu brennen iſt. Er erzeugt weder Flamme noch Ruß. Er entzündet ſich nur äußerſt ſchwer, und iſt er endlich glühend, ſo erlöſcht er wieder, auch wenn man ihn ſehr ſtarker Zugluft ausſetzt. Daher haben ihn die gemeinen Arbeiter auch oft unverbrennliche Steinkohle genannt.

Folgende Analyſen von Anthraziten ſind von Hericart de Thury.

Vorkommen.	Kohle.	Kieſelerde, Thonerde und Eiſenoxyd.
Aus der Nähe von Allemont	97,25	2,75
Venose bei Oisans	90,25	10,75
Laval und Sainte-Agnès	99,00	10,00
Rousses	84,50	15,50
Lischwitz bei Gera	88,00	12,00

Die Schwierigkeit, mit welcher der Anthrazit verbrennt, iſt ein Haupthinderniß ihn zu ökonomiſchen Zwecken im gemeinen Leben anzuwenden. Wir werden auf dieſen Gegenſtand zurückkommen bei der Gewinnung des Eiſens. Es iſt wohl möglich, daß der Anthrazit noch vollkommen zum Schmelzen des Eiſenſteins in Hohöfen wird benutzt werden können, zu andern Anwendungen wird er aber immer untauglich bleiben, wegen der hohen Temperatur, welche er erfordert, ehe er vollkommen verbrennt.

Alles was wir daher über foſſile Brennmaterialien ſagen werden, hat keinen Bezug auf den Anthrazit.

Zuſammenſetzung der foſſilen Brennmaterialien im Allgemeinen.

607. Vergleicht man die verſchiedenen Arten foſſiler Brennſtoffe mit einander, ſo findet man zwar, daß ſich dieſelben im Allgemeinen ſehr ähnlich verhalten, allein es exiſtiren nichts deſto weniger auch weſentliche Verſchiedenheiten zwiſchen dieſen Stoffen. Wir werden zuerſt die weſentlichen Beſtandtheile der foſſilen Brennmaterialien nach den Unterſuchungen von Karſten betrachten.

In den Braunkohlen muß man das Ulmin als weſentlichen Beſtandtheil anſehen; dagegen findet ſich in den Steinkohlen, auf welche Art ſolche übrigens auch entſtanden ſeyn mögen, doch gewiß kein nach beſtimmten Proportionen gebildeter Körper vor, welchen man im engern Sinne des Wortes ſo nennen, und der bei der Klaſſifikation der verſchiedenen bekannten Arten als feſter Anhaltspunkt dienen könnte.

Der vegetabiliſche Faſerſtoff iſt ein nach beſtimmten Proportionen zuſammengeſetzter Körper; daßelbe iſt der Fall mit dem Torf und den meiſten Braunkohlenarten; aber die Steinkohlen ſcheinen in dieſer Hinſicht eine merkwürdige Ausnahme zu machen; an allen Varietäten derſelben erkennt man den Übergang eines nach beſtimmten Geſetzen gebildeten Körpers, in einen neuen, nicht ganz vollendeten Aggregatzuſtand, der gänzlich verſchieden von dem Urſprünglichen iſt.

Um ſich davon zu überzeugen, darf man nur einen Blick auf folgende Tabelle werfen, welche die von Karſten erhaltenen Reſultate enthält. Der Aſchengehalt findet ſich nicht angegeben, ſonach ſind die Reſultate auf aſchenfreie Steinkohlen zu beziehen.

Elementarmiſchung der verſchiedenen foßilen Brennſtoffe und Beſchaffenheit der Koke, welche ſie liefern.

Unterſuchte foßile Brennmaterialien.	Dichtigkeit.	Koke pr. Ct.	Beſchaffenheit der Koke.	100 Theile des reinen Brennmaterials enthielten			Auf 1060 Atome Kohlenſtoff.		Auf 1000 Sauerſtoff kommen Atome Waſſerſtoff.
				Kohlenſt.	Waſſerſt.	Sauerſt.	Atome Sauerſt.	Atome Waſſerſt.	
1. Steinkohle von Eſchweiler bei Aachen	1,3005	81,06	Backend und ſehr aufgebläht.	90,22	3,24	6,54	54	437	7965
2. Steinkohle von Eſſen und Werden in Weſtphalen	1,2757	79,69	desgl.	88,68	3,21	8,11	69	441	6356
3. Kennelkohle	1,1652	51,32	desgl.	74,83	5,45	19,72	199	886	4444
4. Blätterkohle zwiſchen Pech- oder Schwarzkohle von Newcastle	1,2563	68,68	Backend.	84,99	3,23	11,78	104	462	4402
5. Schieferkohle in Pechkohle übergehend, von Saarbrücken	1,2677	66,05	Ein wenig backend.	821,5	3,23	14,62	146	479	3554
6. Schieferkohle von Eſſen härter als Nro. 2.	1,3065	88,56	Geſindert.	93,03	1,12	5,85	47	146	3070
7. Dichte Schieferkohle, von Benthen in Oberſchleſien. . .	1,2846	67,39	desgl.	78,89	3,22	17,89	171	498	2901
8. Foßiles Holz in Braunkohlen übergehend, von Brühl bei Cöln.	„	47,88	Pulverig.	64,10	5,03	30,87	363	955	2620
9. Steinkohle von Eſſen härter als Nro. 6.	1,3376	88,56	desgl.	96,60	0,44	1,96	23	55	2400
10. Gagatkohle in Pechkohle übergehend von Utweiler am Rhein.	1,2081	70,75	desgl.	77,88	2,57	19,55	181	402	2114
11. Schieferkohle von Bravenkowitz in Oberſchleſien.	1,3098	58,62	desgl.	76,07	2,85	21,08	209	455	2171

608. Wie dieſe verſchiedenen Elemente in der Steinkohle verbunden vorkommen, iſt ſehr ſchwer zu entſcheiden. Die obigen Analyſen geben uns darüber keinen Aufſchluß. Die Steinkohlen ſind gewiß aus verſchiedenen beſtimmten Subſtanzen gebildet, welche in veränderlichen Verhältniſſen gemengt ſind. Ich zweifle nicht, daß die Steinkohlen größtentheils aus verſchiedenen Kohlenwaſſerſtoffen beſtehen; da aber dieſe Verbindungen durch die Wärme zerſetzt werden können, ſo ſind ſie nur durch die Einwirkung zweckmäßiger Auflöſungsmittel iſolirt darzuſtellen, wie z. B. durch Terpentinöl oder Bergnaphta.

Die allgemein verbreitete Anſicht, die man über die Zuſammenſetzung der Steinkohle hegt, ſcheint mir durchaus nicht richtig zu ſeyn. Man betrachtet ſie nämlich als ein Gemenge eines kohlenartigen anthrazitähnlichen Stoffes mit einer bituminöſen Maſſe. Dieſe Beſtandtheile finden ſich auch in der That in gewiſſen Braunkohlenarten, welche beim Deſtilliren viel Theer und eine bröckliche Kohle zurücklaſſen, aber nicht ſo verhält es ſich mit den wirklichen Steinkohlen. Die Schmelzbarkeit der Letztern, welche ſich durch die rückſtändig lockere Maſſe zu erkennen giebt, zeigt deutlich, daß die Kohle keineswegs ein Gemenge iſt, ſondern eine chemiſche Verbindung, welche einen weſentlichen Beſtandtheil einer ſehr ſchmelzbaren Subſtanz ausmacht, die in den Steinkohlen vorherrſcht.

Man wird ſich von der Nützlichkeit und Wahrheit dieſer Beobachtung überzeugen, wenn man denjenigen Theil der vorſtehenden Tabelle vergleichen will, in welchem man das Verhältniß zwiſchen der Koke und den Elementarbeſtandtheilen der unterſuchten Brennmaterialien angegeben findet.

609. Das hervorſtechendſte Reſultat in dieſer Tabelle iſt: daß die Steinkohlen um ſo ſchmelzbarer ſind, je mehr ſie Waſſerſtoff im Verhältniß zum Sauerſtoff einſchließen. Später werden wir ſehen, daß dieſe Bemerkung noch allgemeinere Gültigkeit hat, und es iſt gerade vielleicht hier der Ort einige Thatſachen aufzuführen, die es beweiſen.

Sobald ein organiſcher Körper höchſtens 58 pCt. Kohle enthält und übrigens aber Sauerſtoff und Waſſerſtoff in dem

zur Waſſerbildung erforderlichen Verhältniß, ſo iſt derſelbe entweder ſchmelzbar oder gar zu verflüchtigen; der Zucker, das Gummi und Amidon gehören hieher. Überſteigt der Kohlengehalt 10 pCt., ſo iſt die Subſtanz nicht nur unſchmelzbar, ſondern auch ſchwerer zu verflüchtigen und zwar um ſo mehr, je größer der Überſchuß an Waſſerſtoff iſt, zu deſſen Umwandlung in Waſſer der anweſende Sauerſtoff nicht hinreicht. Alle Holzfaſerarten ſind unſchmelzbar. Sie beſtehen aus Kohlen und Waſſer und die Kohle beträgt mehr als 50 pCt.

Die Öle, Harze, Wachs, Äther ꝛc. welche einen Überſchuß von Waſſerſtoff enthalten, ſind dagegen wieder ſehr ſchmelzbar und oft flüchtig, obwohl ſie 50 bis 90 pCt. Kohle enthalten.

Aus dieſen Bemerkungen geht hervor, daß außer dem Verhältniß des Waſſerſtoffs zum Sauerſtoff, man auch auf die abſolute Quantität des Waſſerſtoffs Rückſicht nehmen muß.

In Bezug auf die Steinkohlen und analogen Brennmaterialien iſt zu bemerken: daß, wenn die abſolute Menge des Waſſerſtoffs nicht mehr als 2 pCt. beträgt, man nicht erwarten kann, daß ſie ſchmelzbar ſind.

610. Sonach hat man den Beweis, daß es das Verhältniß zwiſchen Sauer- und Waſſerſtoff iſt, welches man am meiſten berückſichtigen muß. Werden nur einige Zahlen in der Tabelle unterſucht, ſo ſieht man wohl, daß die Quantität der Kohlen ſehr variirt. Karſten hat keine Steinkohle gefunden, die weniger als 48 pCt. Kohle und mehr als 90 pCt. giebt. Zwiſchen dieſen beiden Grenzen iſt kaum eine Zahl zu finden, welche nicht das Produkt an Kohlen aus den verſchiedenen Steinkohlen ausdrücken könnte, und daher iſt es unmöglich die Kohlenmenge als Mittel zur Klaſſifikation zu benutzen. Da man aber auffallende Unterſchiede in der äußern Form der Kohle oder Koke bemerkt, welche man durch Deſtillation aus den Steinkohlen gewinnt, ſo verſuchte man die Steinkohlen hiernach in 3 Hauptklaſſen zu bringen.

1. Steinkohlen, welche die ſogenannte Backkoke geben.
2. — — — — — — — Sinterkoke —
3. — — — — — — — Sandkoke. —

In dieſen drei Klaſſen hängt, wie man ſich auch aus der Tabelle überzeugen kann, die Beſchaffenheit der Koke mit dem Verhältniß zwiſchen Sauer- und Waſſerſtoff in der Steinkohle zuſammen, ſo daß man folgende Regeln feſtſtellen kann:

1. Eine Steinkohle, die Backkoke giebt und folglich ſehr leicht flüſſig iſt, muß wenigſtens 3 pCt. Waſſerſtoff und ſo viel Sauerſtoff enthalten, daß die Hälfte des Waſſerſtoffs in Waſſer verwandelt wird.

2. Die Steinkohle, welche die Sinterkoke liefert, und folglich ſtrengflüſſiger iſt, kann ſehr abweichende Quantitäten Waſſerſtoff enthalten; wenn aber das Verhältniß 1½ pCt. überſteigt, muß ſo viel Sauerſtoff vorhanden ſeyn, daß wenigſtens ⅔ des Waſſerſtoffs in Waſſer verwandelt werden kann.

3. Finden ſich endlich Sauerſtoff und Waſſerſtoff in dem Verhältniß um Waſſer zu bilden, ſo iſt die Steinkohle nicht ſchmelzbar und die Koke bröcklich. (Sandkoke.)

Man hat ſchon längſt auf Hüttenwerken und Fabriken die Steinkohlen, welche ſich nicht aufblähen von den ſich aufblähenden unterſchieden. Beide Brennmaterialien verhalten ſich verſchieden. Die Praktiker haben ſehr bald den großen Einfluß, welcher aus dieſer Eigenſchaft entſpringt, bemerkt, indem die eine Sorte nicht durch die andere vertreten werden kann. Sonſt glaubte man, daß die Steinkohlen, welche ſich aufblähen, weniger Kohle als die andern enthielten; obige Tabelle widerlegt dieſe Anſicht und zeigt, daß gewiſſe Steinkohlen nur ohngefähr 50 pCt. geſinterte oder bröckliche Koke halten, während die Steinkohlen, aus denen man Backkoke erhält, ſelten ſo wenig liefern und oft 80 pCt. lockere und aufgeblähte Koke geben.

611. Man muß daher nicht blos auf die Beſchaffenheit der Koke ſehen, ſondern auch die Menge berückſichtigen, um von obigen Analyſen nützliche Anwendung zu machen.

Die Steinkohlen der erſten Art ſind einzig und allein zur Leuchtgasfabrikation anwendbar; ſie eignen ſich um ſo mehr dazu, als die abſolute Quantität des Waſſerſtoffs größer

iſt, und die Kennelkohle iſt daher unter den unterſuchten, die beſte für dieſen Zweck.

Die Kohlen der zweiten Klaſſe eignen ſich ſehr ſchlecht zur Gaserzeugung, eben ſo iſt es mit denen der dritten Klaſſe.

612. In Bezug aufs Heitzen muß man mehrere Fälle unterſcheiden. Oft verlangt man eine ſehr ſtarke und ſchnelle Hitze, in dieſem Falle ſind die Schmiedekohlen am beſten, welche man anwendet, um dem Eiſen die Schweißhitze zu geben. Sie können nicht zur dritten Klaſſe gehören, und zwar um ſo weniger, wenn ihr Kohlengehalt ſehr beträchtlich iſt. Die der zweiten und erſten Klaſſe ſind beſſer. Die beſten ſind die, welche das Mittel zwiſchen beiden halten, ſie geben hinlängliche Hitze, um das Eiſen bis auf den gewünſchten Punkt zu erweichen, und es in dieſer Wärme zu erhalten; auch erweichen ſie ſich ſelbſt ſo ſehr, daß ſie ein zweckmäßiges Gewölbe bilden. Überhaupt iſt diejenige Steinkohle die beſte Schmiedekohle, welche viel Kohlenſtoff enthält, ohne große Flamme brennt, ſo daß der erzeugte Wärmeeffect im Augenblick des Verbrennens ſelbſt entſteht, und lockere oder Backkoke zurückläßt.

Sobald man mit Flamme heitzen will, iſt es klar, daß Backkohlen am geeignetſten ſind, dann folgen Sinterkohlen, und hintenan ſtehen die magern oder Sandkohlen. In jeder dieſer Klaſſen ſind die kohlenſtoffärmſten Steinkohlen die beſten, ſo daß Sandkohle mit ſehr viel Kohlengehalt unbrauchbar oder wenigſtens die ſchlechteſte unter allen ſeyn wird. Im entgegengeſetzten Falle tritt die umgekehrte Ordnung ein.

613. In Bezug auf die Quantität Wärme, welche die Steinkohle entwickelt, glaubt man im Allgemeinen, daß ſie gleich iſt der, welche Kohle und Waſſerſtoff entwickeln, die in Beziehung auf den Sauerſtoff im Überſchuß vorhanden ſind. Hieraus folgt, daß man folgende Ordnung annehmen kann:

Steinkohle, welche aufgeblähte Koke geben (Backkoke) ſehr waſſerſtoffreich.

— — — — — — — — (Backkoke) ſehr kohlenſtoffreich.

Sinterkohle . . . . ſehr kohlenſtoffreich.

Sandkohle, ... ſehr kohlenſtoffreich.
Sinterkohle . . . . arm an Kohlenſtoff.
Sandkohle . . . . desgl.

Der Rechnung nach giebt eine Steinkohle mittlerer Qualität, ähnlich der in Nro. 4. und Nro. 5. der Tabelle, genug Wärme, um ungefähr das 60fache ihres Gewichts Waſſer von 0° auf 100° zu erheben.

Der Rechnung nach z. B. erhöht

Kil.		Kil. Waſſer.	
0,74	Kohlenſtoff die Temperatur von	58,4	von 0 auf 100°
0,01	Waſſerſtoff — — —	2,3	desgl.
0,13	Sauerſtoff und Waſſerſtoff in dem Verhältniß um Waſſer zu bilden	0,0	
0,12	Aſche	0,0	
1	Kilog. Steinkohle erhöht ſonach	60,7	Kilogr. Waſſer von 0° auf 100°.

Durch Verſuche ergiebt ſich daſſelbe Reſultat; denn gewöhnlich ſind 1,7 Kilog. ſehr trocknes Holz nöthig, um 1 Kilog. ordin. Steinkohle zu erſetzen; woraus man ſieht, daß, wenn 1 Kilog. Holz 35 Kilogr. Waſſer von 0 auf 100° erhebt, ſo wird $1,7 \times 35 = 59,5$ die einem Kilogramm Steinkohlen entſprechende Menge Waſſers ſeyn, was mit der obigen Rechnung übereinſtimmt.

Das Verhältniß wird übrigens noch auf eine andere Weiſe beſtätigt. Man findet nämlich in der Praxis, daß 1 Thl. Steinkohle = iſt 2,3 lufttrocknen Holzes. Nun enthält dieſes Holz aber 25 pCt. freies Waſſer, weshalb es nicht mehr als 26 Kilog. Waſſer von 0° erhitzt, woraus für die Steinkohle der Werth von $2,3 \times 26 = 59,8$ folgt, welches ebenfalls mit obiger Rechnung übereinſtimmt.

Überdieß hat Haſſenfratz über denſelben Gegenſtand direkte Verſuche gemacht, wornach 1 Thl. Steinkohle 57,4 bis 71,5 Thl. Waſſer von 0 auf 100° erhebt. Dieſe Verſchiedenheiten hängen von dem Verhältniß der Grundbeſtandtheile und dem der Aſche ab.

614. Es iſt erwieſen, daß man auf die beſte Weiſe die Qualität einer Steinkohle beurtheilen kann, indem man

durch Verſuche die Größe ihres Brenneffects beſtimmt. Dieſe Verſuche müſſen aber vorſichtig angeſtellt werden, damit die Verbrennung vollkommen geſchieht, der Zug lebhaft iſt und nicht Luft im Übermaaß in den Feuerungsraum geführt wird.

Auch in dieſer Hinſicht kann man die obige Tabelle vergleichen. Es giebt Steinkohlen, die brauchbar ſind, aber ſich nur ſchwer entzünden, dieſes iſt z. B. mit den Sinterkohlen und noch mehr mit den Sandkohlen der Fall, vorzüglich wenn ſie viel Kohlenſtoff enthalten. Um eine ſolche Kohle zu unterſuchen, muß man das Feuer mit einer leicht entzündlichen Kohle anmachen, und die ſchwer entzündlichen erſt dann nachlegen, wenn das Feuer ſchon lebhaft brennt. Oft kann man jedoch ſolche Steinkohle für ſich nicht gebrauchen, erhält aber gute Reſultate, wenn man ſie mit fetten Steinkohlen miſcht, die das Verbrennen befördern.

Anderſeits geben die backenden Steinkohlen, wenn man ſie auf einem ſehr engen Roſte, oder unter Umſtänden, die den Zug verſchlechtern, verbrennt, nur eine ſehr geringe Hitze ihres teigigen Zuſtandes wegen, wodurch die Zugöffnungen verſtopft werden, und das Verbrennen unvollkommen geſchieht. Unter ſolchen Umſtänden muß man dieſe Steinkohlen mit Sinter- und Sandkohlen vermiſchen.

Endlich fließen zu Anfang des Brennens die backenden Steinkohlen zuſammen, reißen auf, indem ſie fortbrennen, ſo daß es ausſieht wie ſehr fein zertheilte Stücke, während andere Steinkohlen dieſe Eigenſchaft nicht beſitzen. Dieſer Umſtand zeigt, daß die Art der Zertheilung auf die Anwendung bei den erſten keinen Einfluß hat, dagegen aber für die andern ſehr wichtig iſt.

Letztere würden in zu groben Stücken ſehr langſam brennen, und in klaren Stücken größtentheils durch den Roſt fallen, weil die Stücke nicht wieder zuſammenfließen durch die erſte Einwirkung der Hitze.

615. Bis jetzt haben wir die Aſche ganz unbeachtet gelaſſen, doch iſt es nöthig darüber auch einige Worte zu ſagen.

Die Menge derſelben iſt ſo abweichend, daß man ſie nicht gut im Kleinen beſtimmen kann, da überhaupt die

Steinkohlen auch eine zu wenig homogene Maſſe ſind. Beim Verbrennen der Steinkohlen im Großen findet man, daß der Rückſtand von 10 zu 20 pCt. abweicht. Es iſt dieſes ein ſehr wichtiger Punkt wegen Beurtheilung der Steinkohlen. Die Art der Aſche bleibt ſich größtentheils gleich. Man findet Kieſelerde, Alaunerde, Talkerde, Eiſenoxyd, Manganoxyd und Gyps in abweichenden Verhältniſſen darin. Dieſe Zuſammenſetzung nähert ſich der der Friſchſchlacken, und erklärt, warum die Steinkohlenaſche in Geſtalt halbgeſchmolzener Schlacken, unter dem Namen mâche fer (Hammerſchlacken) bekannt, erſcheint. Karſten hat ebenfalls mehrere Steinkohlenaſchen unterſucht, und darin Jod, Phosphorſäure, Chromoxyd, und Salzſäure vergeblich geſucht. Verdankten die Steinkohlen ihre Entſtehung Überreſten von Seepflanzen, ſo müßte ſich Jod und Salzſäure vorfinden. Phosphorſäure müßte vorhanden ſeyn, wenn die Steinkohlen aus Vegetabilien des Feſtlandes entſtanden wären; und was Chromoxyd betrifft, ſo ſieht man nicht wohl ein, warum ſich daſſelbe darin finden ſollte.

616. Oft kommen in den Steinkohlen auch zufällige Beſtandtheile in den Klüften derſelben vor, wie z. B. Schwefelkies, kohlenſaures Eiſen, Kalkſpath, Dolomit, Bleiglanz, Blende, Eiſenoxyd, Gyps und Thon. Unter den genannten Subſtanzen, findet man aber am häufigſten Schwefelkies, und deſſen Gegenwart äuſſert einen großen Einfluß auf die Anwendung der Steinkohle, denn im Augenblick der Verbrennung verwandelt ſich derſelbe natürlich in ſchweflichte Säure und Eiſenoxyd, wenn nämlich die Verbrennung vollſtändig geſchieht. Dieſe Säure, obgleich ſie ſich zum größten Theil in der Luft verflüchtigt, kann in vielen Fällen ſchädlich ſeyn. Man kann nur dieſem Umſtand den nachtheiligen Einfluß der Steinkohle bei einigen Operationen z. B. bei Bereitung des Carmins ꝛc. zuſchreiben. Deſtillirt man dieſe Steinkohlen, ſo bildet der Schwefel, Schwefelwaſſerſtoff und Schwefelkohlenſtoff, welche Körper dem Gaſe ſchädliche Eigenſchaften mittheilen. (S. Gasbeleuchtung.)

617. Die Gegenwart von Schwefelkies kann noch andere Zufälle herbeiführen. Kommt dieſe Schwefelverbindung

nämlich mit feuchter Luft in Berührung, ſo verwandelt ſie ſich in eine ſchwefelſaure Verbindung, wobei, wenn die Maſſen voluminös ſind, die Einwirkung ſo lebhaft ſeyn kann, daß ſich die Temperatur bis zur Rothglühhitze erhebt. Die Steinkohlen fangen dann Feuer und veranlaſſen mehr oder weniger ſtarke Feuersbrünſte, wie dieß in einigen Gruben ſchon der Fall war. Daſſelbe findet auch ſtatt, wenn die Steinkohlen in großen Maſſen in Magazinen aufbewahrt liegen, und wenn ſie feucht eingebracht wurden; bemerkt man dieſes zeitig, ſo kann der Brand verhindert werden, wenn man die Steinkohlen umſchaufelt bis ſie auslöſchen. Findet die Entzündung in der Grube ſtatt und die Art der Arbeit erlaubt es nicht, ſie erſaufen zu laſſen, ſo iſt es ſehr ſchwer das Feuer auszulöſchen. Eine Menge Klüfte in der Erdoberfläche führen Luft zu, andere dienen als Zugeſſen, und nach Verlauf von einigen Tagen iſt es oft wegen der erhöhten Temperatur, oder böſen Wetter (Kohlenſäure) unmöglich darin zu arbeiten. Man begreift leicht, daß dieſer langſam weiter greifende Brand mehrere Jahrhunderte währen kann, wenn die Lager mächtig und die Zugöffnungen klein ſind.

618. Ein merkwürdiges Phänomen in einer brennenden Grube, findet ¼ Stunde von St. Etienne ſtatt; es erzeugt ſich nämlich daſelbſt Salmiak. Beim Deſtilliren der Steinkohle erhält man jederzeit Ammoniak, es iſt deshalb deſſen Gegenwart in ähnlichen Fällen leicht einzuſehen; dieſes iſt aber mit der Salzſäure nicht der Fall, denn wir ſehen, daß Karſten dieſe Säure in den verſchiedenen Steinkohlenarten vergeblich ſuchte. Indeß kann man annehmen, daß das Ammoniak Salzſäure von den in der Nähe vorkommenden ſalzſauren Erdſalzen entnommen hat, indem die Waſſer, die vorzüglich in jener Gegend ausſchwitzen, ſtets Spuren von Salzſäure zu erkennen geben.

Wie dem auch ſey, ſeit dem Brande entweicht daſelbſt außer den übrigen Verbrennungsprodukten Salmiak in Dämpfen. Dieſes Salz kondenſirt ſich an den benachbarten Körpern in Kryſtallen, welche jedoch vom Regen zerſtört und weggewaſchen werden. Es würde nicht ſchwer ſeyn, dieſes

Produkt zu benutzen; man dürfte nur über die Rauchöffnungen eine Hütte von Bretern bauen und das an den Wänden ſich anſetzende Salz dann von Zeit zu Zeit wegnehmen.

In China giebt es zwei Arten Vulkane, welche ſo viel Salmiak geben, als man in jenem Lande verbraucht, und iſt es nach den verſchiedenen Lokalitätsumſtänden ziemlich wahrſcheinlich, daß dieſes im Brande ſtehende Steinkohlen ſind.

619. Die Steinkohle iſt nicht hygrometriſch. Die Verſuche von Karſten zeigen, daß verſchiedene Stücke derſelben, wenn man ſie lange Zeit der Luft und nachher einer Temperatur von 100° ausſetzt, höchſtens 2 bis 3 pCt. verlieren. Vielleicht iſt ſelbſt dieſe Quantität noch zu groß. Für gewöhnliche Steinkohlen darf man wohl nicht mehr als 1 pCt. annehmen. Wenn man die Steinkohle anfeuchtet, und das Waſſer nachher wieder abtropfen läßt, ſo findet man, daß ſie an Gewicht und an Volum zunimmt. Überhaupt zeigt ſich die eine oder andere dieſer Wirkungen mehr, wenn die Steinkohlen porös ſind; die geringſte Gewichtszunahme beträgt 10 pCt.; die ſtärkſte ſteigt bis zu 60 pCt. Man ſetzt hierbei übrigens voraus, daß die Steinkohle nur $\frac{1}{4}$ Stunde lang abtropfte. Ob dergleichen feuchte Kohlen den durch Eintauchen bewirkten Waſſerüberſchuß behalten, iſt noch nicht bewieſen. Die Zunahme des Volums iſt ſehr auffallend, und variirt von $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{4}$. Man muß ſich daher für Verluſt, der dadurch veranlaßt werden kann, ſehr hüten, mag man die Steinkohlen nun dem Gewicht oder dem Volum nach kaufen. (Annal. des mines. N. 65. p. 412.)

620. Wir haben geſehen, daß die Dichtigkeit der Steinkohle von 1,20 bis 1,23 abweicht, und ſelbſt von 1,16 bis zu 1,40. Dieſes iſt die Urſache, daß ein gegebenes Maaß Steinkohlen bald mehr bald weniger wiegt; außerdem verurſachen aber auch die leeren Räume beim Meſſen eine Verminderung des Gewichts, da dieſelben von $\frac{1}{3}$ bis zur Hälfte vom Inhalt des Maaßes einnehmen können. Es folgt daraus, daß das Gewicht von 1 Hektoliter Steinkohlen bei weitem nicht dem Gewicht eines eben ſo großen Volums Waſſer gleich ſeyn kann.

Folgendes iſt das Gewicht eines Hektoliter Steinkohlen, geſtrichen gemeſſen nach Art der Kohlenhändler, für einige franzöſiſche Steinkohlen.

Steinkohlen von der Grube	Labarthe	88 Kil.
— — — —	Auvergne de Blanzy .	87 —
— — — —	Combelle	86 —
— — — —	Lataupe	85 —
— — — —	St. Etienne	84 —
— — — —	St. Decise	83 —
— — — —	Creusot	79 —

Der gehäufte Hektoliter wiegt ungefähr 100 Kilog.

Eine Fuhre (voie) Steinkohlen hält 15 geſtrichene Hektoliter oder 12 gehäufte Hektoliter Steinkohlen.

621. Man gewinnt in verſchiedenen Ländern Steinkohlen.

England und Schottland liefern Steinkohlen in ungeheuren Maſſen, hierauf kommen die Niederlande, und dann folgt Frankreich. In den andern Ländern der Erde iſt im Verhältniß zu den genannten die Gewinnung nur unbedeutend. Übrigens folgt hier eine Tabelle, welche die Quantität, die man jährlich in den verſchiedenen Ländern gewinnt, anzeigt.

Länder.	Metr. Zentner.	Werth auf der Grube.
England	75,000000	90,000000 Fr.
Niederlande und die preußiſchen Rheinprovinzen	31,000000	37,000000 —
Frankreich	10,000000	12,000000 —
Schleſien *)	3,000000	3,600000 —
Hanover und die kleinern deutſchen Staaten	3,000000	3,600000 —
Vereinigte Staaten in Amerika	1,500000	1,800000 —
Sachſen	600000	720000 —
Öſtreich	340000	400000 —
Bayern	160000	192000 —
	124,600000	149,312000 Fr.

*) In der preußiſchen Monarchie wurden im Jahr 1826. 25,857310 Ctr. pr. Gewicht Steinkohlen gewonnen. A. u. E.

Es liegt außer unſerm Plan, genauer die Lagerungsverhältniſſe und die Gewinnung der Steinkohlen zu beſchreiben. Unter den zahlreichen Werken, die wir in dieſer Hinſicht zum Nachſchlagen anrathen könnten, begnügen wir uns den vorzüglichen Artikel Steinkohle zu empfehlen, womit Bonnard das neue Dictionnaire d'histoire naturelle von Deterville bereichert hat.

Capitel V.

Von den verkohlten Steinkohlen oder der Koke.

Der Überfluß an Steinkohlen in England hat daſelbſt ſchon ſeit langer Zeit auf Mittel geführt; dieſelben zum Schmelzen der Eiſenſteine anwendbar zu machen. Dasjenige Mittel, was nun allgemein zu dieſem Zwecke angewendet wird, beſteht in der trocknen Deſtillation, wodurch der Steinkohle der größte Theil ihres Waſſerſtoff- und Sauerſtoffgehalts entzogen wird. Der bei dieſer Arbeit ſich ergebende Rückſtand iſt eine wirkliche Kohle und unter dem Namen Koke bekannt.

Die Koke ſind bisweilen bröcklicht (ſandig), bisweilen zuſammengeſintert, oft auch zuſammengebacken in lockere ziemlich große Stücken. Die zwei erſten Arten der Koke nehmen weniger Raum ein als die Steinkohlen, woraus ſie dargeſtellt werden, hingegen die letzten oder Backkoke nehmen an Volum zu, und zwar um ſo mehr, je mehr ſie aufgebläht ſind.

Die bröckliche oder ſandige Koke und Sinterkoke ſind ſchwarz, wenig glänzend, mehr oder weniger zerbrechlich, ſtets ſehr dicht und brennen ziemlich ſchwer. Das Pulver der Backkoke iſt ebenfalls ſchwarz, aber in Stücken ſind ſie grau und ſtahlglänzend; ſie ſind mehr oder weniger leicht zerbrechlich, und beſitzen gegen Steinkohle oder die andern Koke ein geringeres ſpezifiſches Gewicht; ſie entzünden ſich ziemlich leicht und brennen ruhig bis zur vollkommnen Zerſtörung des ſämmtlichen Kohlenſtoffgehalts.

623. Jederzeit brennen dieſe verſchiedenen Kohlen nur gut in großen Maſſen; brennenſi übrigens ohne Flamme, ſo geben ſie eine viel höhere Temperatur, und da ſie viel dichter als gewöhnliche Holzkohlen ſind, ſo hält die Hitze viel

mehr nach. Aus dieſem Grunde werden die Koke mit ſo gutem Erfolg in den Eiſenhütten angewendet, und beim Schmelzen in Schachtöfen. Andrer Seits iſt die ſtrahlende Kraft der glühenden Koke viel größer, als die anderer Brennmaterialien, woraus ſich der Vorzug derſelben zu Kaminfeuerungen ergiebt.

Daß man die Koke den Steinkohlen zum häuslichen Gebrauche vorzieht, beruht auf manchen Annehmlichkeiten der Erſtern; die Steinkohlen nämlich geben bekanntlich eine rußende Flamme, die widrig riecht und in Wohnungen höchſt unangenehm iſt. Die Kohle im Gegentheil, brennt ohne Flamme und Rauch, verbreitet keinen unangenehmen Geruch und hat alle Vorzüge der Holzkohle, nur daß ſie ſich ſchwerer entzündet.

624. Fordert auch dieſe oberflächliche Betrachtung nicht auf, dieſen Gegenſtand weiter auszudehnen, ſo müſſen wir hier doch die Bereitung der Koke etwas ſpecieller verfolgen, vorzüglich in Bezug auf das Eiſenhüttenweſen.

Bei dem Zugutmachen der Eiſenerze kann man die Steinkohlen im natürlichen Zuſtande nicht anwenden, und zwar, weil ſie entweder, indem ſie der Wirkung des Feuers ausgeſetzt iſt, ſchmilzt, und im Hohofen eine teigige Maſſe bildet, durch welche die Gebläſeluft kaum würde dringen können; oder wegen ihres Gehalts an Schwefelkies, wodurch ein grelles Roheiſen erzeugt würde, aus welchem ſich nur rothbrüchiges Stabeiſen darſtellen läßt. Die Haupturſache der Umwandlung der Steinkohle in Koke iſt alſo, dieſem Brennmaterial die Eigenſchaft, im Feuer zuſammen zu ſchmelzen, zu benehmen und den größten Theil des darin enthaltenen Schwefels zu entfernen. Es unterliegt hierbei aber keinem Zweifel, daß, wenn durch dieſe Umwandlung die erſte Bedingung erfüllt wurde, der zweiten noch nicht Genüge geleiſtet worden iſt. Der Schwefelkies nämlich geht während der Verkohlung in Anderthalb-Schwefeleiſen über, wobei er die Hälfte oder ein Viertel ſeines Schwefelgehalts verliert; der Reſt kann ſonach auf das Roheiſen während der Arbeit in Hochöfen wirken, und denſelben Einfluß äußern, den man vom unzerſetzten Schwefelkies fürchtet.

Es ſcheint als ſey die Furcht, daß die Gegenwart von Schwefel in der Koke auf die Eigenſchaften des Eiſens Einfluß habe, übertrieben; es iſt aber klar, daß, wenn man eine ſchwefelfreie Koke haben will, man ſchwefelkiesfreie Steinkohle anwenden muß. Übrigens wiſſen wir ſchon, daß die Arbeit des Verkohlens nicht blos Entſchwefelung der Steinkohlen zum Zweck hat, ſondern daß ein noch größerer Vortheil der iſt, daß die Koke nicht wie die Steinkohlen zuſammenſchmelzen.

625. Der Koke Verbrauch in den Eiſenhütten iſt ſo groß, und die phyſiſchen Eigenſchaften dieſer Subſtanz hat ſo viel Einfluß auf die Hohofenarbeit, daß man verſchiedene Mittel aufgeſucht hat, das Verkohlen der Steinkohle leicht, ſicher und ſchnell zu bewirken, ſelbſt wenn man mit großen Maſſen arbeitet. Die Koke müſſen übrigens hierdurch auch diejenigen phyſiſchen Eigenſchaften erhalten, die ſie zur Anwendung in Eiſenhütten geeignet machen.

Man kann ſämmtliche Verkohlungsmethoden, auf drei reduziren.

Die erſte, womit wir uns hier nicht ausführlicher beſchäftigen werden, iſt die Deſtillation in gußeiſernen Retorten. Man wendet ſie an, wenn man das zur Beleuchtung beſtimmte Gas auffangen will. Dieſe Methode, welche ſich nur in großen Städten oder einzelnen großen Fabriken mit Vortheil ausführen läßt, giebt eine zu theure und auch zu poröſe Koke für Eiſenhütten. Man verkauft ſie größtentheils für den häuslichen Gebrauch.

Wir werden auf dieſen Gegenſtand wieder zurückkommen bei dem Artikel Gasbeleuchtung.

Die zweite Methode nähert ſich ſehr der gewöhnlichen Verkohlungsmethode des Holzes in Meilern. Sie wurde gleich bei der erſten Anwendung der Koke in Eiſenhütten von den Engländern eingeführt. Später 1772 kam ſie durch Jars nach Frankreich, der darin viel, aber ohne beſondern Erfolg arbeitete. Die Eiſenwerks-Beſitzer lernten ſie nicht genauer kennen.

Die dritte Methode beſteht in der Anwendung verſchiedener Öfen, welche die Beſchleunigung des Verkohlungs-

prozeſſes und ein größeres Ausbringen zum Zweck haben, übrigens aber nur für große Maſſen anwendbar ſind.

626. Es iſt zum Verſtehen der verſchiedenen Verkohkungsmethoden nöthig, hier zuvor im Allgemeinen über die Deſtillation der Steinkohlen in verſchloſſenen Gefäßen zu ſprechen.

Bei der Deſtillation geben die Steinkohlen einen kohligen Rückſtand oder Koke, ammoniakaliſches Waſſer, Theer und Gas, welches aus mehr oder weniger gekohltem Waſſerſtoffgas aus Kohlenoxydgas, Kohlenſäure, Schwefelwaſſerſtoff und dampfförmigem Schwefelkohlenſtoff beſteht. Bei dem gewöhnlichen Abdeſtilliren der Steinkohlen benutzt man dieſe Gaſe zur Erleuchtung, bei den andern Verkokungsmethoden verbrennen ſie ſogleich bei der Entwicklung und erhöhen die Temperatur der Maſſe, wodurch ein Theil Koke erſpart wird.

Die Produkte der Deſtillation weichen nach der Art der Steinkohlen und der Koke ab. Iſt die Steinkohle kohlenſtoffreich, ſo bildet ſich ein dickeres Öl; der entgegengeſetzte Fall tritt bei kohlenſtoffarmen Steinkohlen ein. Alle Steinkohlen enthalten Spuren von Ammoniak, welches man ſchon mehrmals zu benutzen verſucht hat, aber immer ohne ſonderlichen Erfolg.

Die kohlenſtoffarme Sandkohle enthält übrigens Spuren von Eſſigſäure; ſie giebt jederzeit im Verhältniß zum Öl, viel mehr Waſſer als die Sinterkohle, und letztere geben wieder mehr Waſſer als die Backkohlen. Die Gasmenge ſteht im umgekehrten Verhältniß zum Kohlenſtoffgehalt; die Braunkohlen geben übrigens jederzeit mehr Gaſe als die Steinkohlen; aber in den Steinkohlen ſind die Verbindungen des Waſſerſtoffs mit dem Kohlenſtoff vorwaltender und kohlenſtoffreicher, weshalb dieſe Gaſe zur Beleuchtung vorzüglicher ſind. Je mehr ſich die Steinkohlen aufblähen, deſto mehr herrſcht der Kohlenwaſſerſtoff in dem Gasgemiſch vor. Der Schwefelwaſſerſtoff bildet ſich nur, wenn die Steinkohle Schwefelkies enthält, und dieſes iſt beinahe immer der Fall.

Sind die Steinkohlen der dritten und zweiten Klaſſe arm an Kohlenſtoff, ſo werden ſie ſchon unter der Rothglüh-

hitze zerſetzt, und nur in niedriger Temperatur geht die Zerſetzung langſam von Statten. Die öligen Subſtanzen entwickeln ſich blos bei der anfangenden Rothglühhitze. Alle Steinkohlen erfordern eine niedrige Rothglühhitze bei der beginnenden Zerſetzung, und eine lebhafte Rothglühhitze, um dieſe zu vollenden. Es giebt keine Steinkohle, welche durch die Deſtillation außer Öl und Gas nicht auch Waſſer entwickelt.

627. Bei den Steinkohlen, ſo wie bei den Holzarten, iſt die Menge der darſtellbaren Kohle verſchieden, je nachdem man ſchnell oder langſam verkohlt; dieſer Unterſchied iſt um ſo größer, je weniger die Steinkohlen Kohlenſtoff enthalten; doch ſteigt dieſer Unterſchied nach den Unterſuchungen von Karſten nicht über 6 pCt. und bei den ſehr kohlenſtoffreichen Backkohlen beträgt er ſelten mehr als 4 pCt., ſonach verdient dieſer Punkt weniger Beachtung. Anders verhält es ſich jedoch mit einer zweiten für die Anwendung wichtigen Eigenſchaft.

Eine ſchwache und langſam bis zur Rothgluth verſtärkte Hitze, vermindert bei der Steinkohle die Eigenſchaft, zuſammengebackene oder aufgeblähte Koke zu geben. Steinkohlen, welche beim Anzünden ſich als Sinterkohlen charakteriſiren, können durch eine langſame Verkohlungsmethode Sandkoke erzeugen, vorzüglich bemerkt man dieß bei denjenigen Steinkohlen, welche den Übergang von einer Klaſſe zur andern bilden. Sonach würde eine ſchwach backende Steinkohle, durch eine langſame Hitze eine weniger lockere, minder aufgeblähte und ſchwerere Maſſe liefern, als wenn man ſchnelle Rothglühhitzegegeben hätte; man erhält ſonach zuſammengeſinterte Koke. Dieſe Bemerkung hat Einfluß auf die Wahl der Verkokungsmethoden, die wir nun beſchreiben wollen.

628. Verkoken in Meilern. Um in Meilern die Steinkohlen zu verkohlen, oder ſie in Koke zu verwandeln, muß man ſie in Stücke von 3 bis 4 Kubikzoll zerſchlagen, davon dann auf einer horizontalen Ebene, einen koniſchen Hügel von 4 zu 5 Meter im Durchmeſſer und 70 bis 75 Centimeter Höhe errichten; dieſe Dimenſionen eignen ſich am

beſten, um eine vollkommene Verkokung der Steinkohle zu bezwecken.

Iſt der Haufen geſetzt, ſo bedeckt man ihn mit Stroh und etwas feuchter Erde; man legt übrigens das Stroh ſo dicht, daß die Erde nicht zwiſchen die Steinkohlenſtücke fällt und das Feuer erſtickt. Man kann ſtatt des Strohes auch Gras oder trockne Blätter nehmen. Der Verſuch, Raſen anzuwenden, iſt ohne günſtigen Erfolg geblieben, weshalb man in Gegenden, wo das Stroh theuer iſt, folgende Methode anwendet.

Iſt der Meiler fertig, ſo bedeckt man den untern Theil vom Boden bis zur Höhe eines Fußes mit kleinen Steinkohlenſtücken, den Reſt der Oberfläche aber mit klarer Koke.

Bei dieſer Methode hat man nicht wie bei den andern nöthig, Öffnungen durch die Oberfläche des Meilers zum Abzug für die Dämpfe zu ſtoßen; die Zwiſchenräume, welche die kleinen Kokeſtücke laſſen, vertreten die Stelle dieſer Luftlöcher.

Iſt der Meiler bis an die Spitze bedeckt, ſo ſchüttet man angezündete Kohlen in eine Öffnung von 6 bis 8″ Tiefe, welche man beim Setzen des Meilers für dieſen Zweck gebildet hat, und füllt dieſelbe nun mit andern Kohlen voll; hat das Feuer um ſich gegriffen, ſo wird auch dieſe Öffnung zugedeckt und man verfährt dann im Übrigen wie bei der Holzverkohlung.

Ein Meiler von den angegebenen Dimenſionen muß 4 Tage im Feuer ſeyn, einige Stunden aber weniger, wenn er mit Stroh und Erde bedeckt war. Die Steinkohle giebt dem Gewicht nach 40 pCt. Koke.

629. Dieſes Verfahren hat man auf verſchiedene Weiſe abgeändert, um den Prozeß zu beſchleunigen, auch um es für ſolche Steinkohlen anwendbar zu machen, bei welchen die gewöhnliche Methode nicht genügen würde. Auf den meiſten Hüttenwerken giebt man den Meilern gegenwärtig die Form eines mehr oder weniger langen Prismas, von ohngefähr 3 Meter Breite auf der Grundfläche und von verſchiedener Länge, gewöhnlich aber 20 bis 40 Meter lang. Die größten Steinkohlenſtücke ſtellt man in die Mitte und legt

die kleinern außen rings herum. Der Meiler iſt wenigſtens 1 Meter hoch. Man zündet von oben an, und zwar auf verſchiedenen Punkten. Der Gang der Arbeit iſt derſelbe wie im vorigen Falle, aber die Verkokung geſchieht in 24 Stunden.

630. Bei ſehr trocknen Steinkohlen gelingt dieſes Verfahren nicht. Man muß es abändern, um den Zug ſtärker und regulärer zu machen, denn die fetten Steinkohlen bedürfen zur Verkohlung anfangs eine niedrigere Temperatur als die trocknen.

Der berühmte engliſche Metallurg Wilkinſon war der erſte, welcher im Mittelpunkt des Meilers eine Eſſe von Ziegeln aufführte; dieſelbe war mit Öffnungen an der Baſis verſehen, durch welche der Rauch beſtändig abziehen konnte.

Tafel 5. Fig. 1. 2. 3. 4. 5. zeigen verſchiedene Anſichten von dieſem Apparate.

Fig. 1. ſtellt die Eſſe im Aufriß dar.

Fig. 2. Durchſchnitt derſelben.

Fig. 3. die Grundanſicht.

Fig. 4. ein Durchſchnitt des Meilers.

Fig. 5. ein halber Grundriß des Meilers.

Man bemerkt an dieſen Figuren 6 große Zuglöcher (b) an dem untern Theile der Eſſe, und andere desgleichen (d) zahlreicher aber kleiner, über den vorhergehenden. Das Mauerwerk (g) der Eſſe beſteht aus Ziegeln, welches oben mit einer gußeiſernen Platte (e) bedeckt iſt, wodurch die obere Ziegelſchicht geſchützt wird.

Die Eſſe hat innen an der Baſis 1 Meter im Durchmeſſer, und an der Spitze nur 50 bis 60 Centimeter; ſie iſt ein Meter hoch. Um dieſelbe bereitet man ſich eine Sohle nach der gewöhnlichen Methode; man beſchreibt ſodann einen Kreis von 6′ Durchmeſſer an der Baſis. (Fig. 5.) In dieſen Raum wird die Steinkohle geſchüttet. Die erſte Schicht muß aus groben Stücken beſtehen, damit hinlänglich leerer Raum für den Luftzug bleibt. Man deckt dieſe Räume mit kleinen Stücken zu, führt eine zweite Schicht aus groben Stücken auf, und bedeckt dieſe aufs Neue mit klarer Kohle. Es wird

damit fortgefahren, bis der Meiler fertig iſt (Fig. 4. h, h.). Nachher bedeckt man die Oberfläche des Meilers mit einer Lage aus Aſche oder Staub, welche man jedoch vorher gehörig anfeuchten muß, um ihr die nöthige Konſiſtenz zu geben.

631. Nach dieſen Vorbereitungen wirft man dann angezündetes Holz oder Steinkohlen in die Eſſe. Das Feuer greift ſehr bald in dem Meiler um ſich, und der Rauch ſteigt in dicken Wolken aus der Eſſe auf. In dem Verhältniß als die Decke aufreißt, wird ſie mit angefeuchteter Aſche, die zu dieſem Zweck vorbereitet iſt, ausgebeſſert. Nach Verlauf von 2 Tagen iſt die Verkohlung beendet; man erkennt dieß daran, daß nachher ſtatt des Rauchs eine blaue Flamme abzieht. Verſchwindet dieſe, ſo muß man das Feuer auslöſchen; zu dem Ende werden dann alle Öffnungen der Eſſe mittelſt einer gußeiſernen Platte verſchloſſen.

Man ſieht leicht ein, daß die Eſſe nur zur Beförderung eines regelmäßigeren und lebhaftern Zugs angebracht iſt. Die Luft, welche aus derſelben entweicht, wird durch diejenige wieder erſetzt, welche vorher den Meiler in allen Richtungen durchkreuzt hat, indem ſie durch die kleinen Spalten der Aſchendecke eingedrungen, zwiſchen den großen Steinkohlenſtücken fortgezogen und endlich durch die Zuglöcher in die Eſſe gekommen iſt.

632. Dieſe Verkokungsmethode wird gegenwärtig auf vielen Hütten angewendet, und zwar bei fetten und trocknen Steinkohlen; auf einigen Hütten hat man ſich jedoch Abweichungen erlaubt, nach der Art der verſchiedenen Steinkohlen. Z. B. in Staffordſchire haben Beaumont und Dufrenoy beobachtet, daß die Arbeiter nur um die Eſſe die großen und an den äußern Rand des Meilers die kleinen Steinkohlenſtücken ſtellen. Sie zünden den Meiler an und bebedecken denſelben mit klarer Steinkohle oder Koke, um den Zug zu vermindern, laſſen jedoch einige Luftöffnungen. Iſt die Verkohlung beendet, ſo zieht man die Koke und löſcht ſie mit Waſſer. Man hält dafür, daß die zum Auslöſchen angewendete Waſſermenge von Einfluß auf die Quantität der Koke ſey. Dieſe Methode beſchleunigt den Verkohlungsprozeß vielmehr als die von Wilkinſon, denn nach 24 Stun-

den ſind die Koke fertig, aber das Ausbringen iſt minder beträchtlich.

Man erhält nach dieſer Methode etwas mehr Koke als mittelſt einfacher Meiler; indem man gegen 50 pCt. ausbringen kann.

633. Alle dieſe Methoden kann man ohne Unterſchied mit geringen Abänderungen auf Steinkohlen in groben Stücken anwenden; da ſich aber die Stückkohlen ſehr leicht verkaufen, ſo muß man oft aus den Staubkohlen Koke erzeugen. Dann kann man natürlich nicht von den beſchriebenen Methoden Gebrauch machen, weil zu wenig leere Räume zum Durchzug der Luft im Meiler bleiben würden. Man kann indeß die Meiler für dieſen Zweck beſonders konſtruiren. Dieſes iſt zu Janon bei Saint Etienne geſchehen, wo man ein ſehr einfaches Verfahren ausgedacht hat, welches zuerſt von de Laplanche beſchrieben worden iſt. Es kann übrigens dieſe Methode nur bei backenden Steinkohlen angewendet werden, damit man daraus voluminöſe und grobſtückige Koke erhält.

Man darf übrigens nicht glauben, daß man Koke von gleicher Qualität erhält, wenn Staub- oder wenn Stückkohlen angewendet werden; denn die erſtern führen meiſtens einen größern Erdengehalt mit ſich, wie dieſes die Analyſen von Guenyveau zeigen. Derſelbe analyſirte Koke von der nämlichen Steinkohlenart, wovon die eine aus Stücken die andere aus Staubkohle im Ofen erzeugt worden war. (Ann. des mines. N. 132. p. 441.)

	Koke aus Stückkohlen.	Koke aus Staubkohlen.
Kohlenſtoff	96,7 . . .	89,24
Kieſelerde, Thonerde, Kalk und Eiſenoxyd	3,0 . . .	10,76
Schwefel	0,3 . . .	0,00
	100,0	100,0

634. Zu Janon verkokt man die Staubkohle in koniſchen und prismatiſchen Meilern. Der zu Gebot ſtehende Raum beſtimmt die Form des Meilers.

Die prismatiſchen Meiler ſind 50 bis 60 Fuß lang, und $3\frac{1}{2}$ Fuß hoch. An der Baſis ſind ſie 4 Fuß und an der Spitze 2 Fuß breit.

Um den Meiler zu machen, nimmt man ein Bret (a) (Taf. 5. Fig. 6.) ſtellt es etwas geneigt auf und lehnt es gegen 2 eiſerne Hebel, die als Stütze für daſſelbe in die Erde geſtoßen ſind. Dieſes Brett bildet eine der kurzen Seiten des Prismas; die langen Seiten bildet man, indem man andere Breter (b, b, b.) gegen das erſte ſtellt, und dieſe mittelſt eiſerner Krampen zuſammenhält; man ſchützt die langen Seiten ebenfalls gegen das Umfallen durch innerlich angebrachte eiſerne Stützen. Sind die längern Seiten 10 bis 12′ lang, ſo wird das Prisma einſtweilen mittelſt des Bretes (c) geſchloſſen.

In den Bretern befinden ſich Öffnungen für die koniſchen Pfähle, welche die Zugkanäle bilden ſollen. Die unterſte Reihe geht durch die Öffnungen d, d, d. (Fig. 7.) und ſteht in Verbindung mit dem Kanal in der Mitte des Meilers, der mit den langen Seiten des Prismas parallel geht, und mittelſt eines ſtarken Pfahles gebildet iſt. Auf denſelben ſtehen in beſtimmten Entfernungen ſenkrechte Pfähle. Sind die Pfähle alle aufgeſtellt, wie angegeben, ſo ſchüttet man eine Schicht Steinkohlen in den Kaſten. Die Steinkohlen ſelbſt werden zu dieſem Zweck vorher auf einer beſonders dazu errichteten Sohle mit Waſſer angefeuchtet, gut umgerührt, ſodann mit einer Schaufel in das hohle Prisma geſchüttet, ausgebreitet und mit einem großen Schlägel feſt zuſammengeſchlagen. Hat die Schicht die Höhe des erſten Pfahls erreicht, ſo errichtet man einen zweiten aber ſenkrechten Pfahl an den Punkten e, e, e, dieſer bildet die Eſſe des Meilers. Man hält die Pfähle aufrecht, indem man an die Baſis derſelben Steinkohlen ſchüttet und dieſe zuſammenſchlägt. Natürlich ſind dieſe Pfähle etwas höher als der Meiler ſelbſt. Sodann legt man die zweite Reihe der horizontalen Pfähle; wegen der vorhandenen Öffnungen in den Bretern müſſen ſie eine ſchiefe Richtung annehmen, um die vertikalen Pfähle zu berühren. Ihre Richtung iſt in Fig. 8. dargeſtellt. Man ſchüttet aufs Neue Steinkohlen ein, bis man die Höhe der dritten Schicht erreicht hat, und bildet ſodann die dritte Reihe aus horizontalen Pfählen. Dieſe werden genau ſo wie in der unterſten Reihe gelegt, mit Ausnahme

des großen Pfahls, den man nicht nöthig hat. Man legt daher ſo viele kleine Pfähle ein, als Öffnungen in den Bretern ſind, und dieſe müſſen genau auf die vorhandenen ſenkrechten Pfähle ſtoßen. Das Prisma wird dann vollends mit Steinkohlen vollgefüllt.

Die Pfähle müſſen 3 bis 4 Zoll im Durchmeſſer haben, und an dem einen Ende mit einem eiſernen Ring verſehen ſeyn, womit man ſie herausziehen kann.

Iſt das Prisma mit feſt zuſammengeſchlagenen Steinkohlen gefüllt, ſo zieht man allmählig die Pfähle heraus, und zwar erſt die horizontalen, dann die vertikalen, indem man zuerſt oben anfängt. Um den großen herauszubringen, ſind oft 5 bis 6 Mann nöthig. Die Breter werden auseinander genommen und der Meiler auf dieſelbe Weiſe fortgeführt, bis er 50 bis 60 Fuß lang iſt.

635. Um den Meiler anzuzünden, errichtet man in gewiſſen Entfernungen kleine Steinkohlenhaufen von 1 Fuß Höhe auf den obern Zugöffnungen. Man nimmt dazu gern Steinkohlen von mittlerer Größe, und ſtellt ſie ſo gegen einander, daß der nöthige Luftzug bleibt. In die Mitte dieſer Haufen bringt man angezündete Steinkohlen und nun greift das Feuer allmählig um ſich. Iſt alles in Feuer geſetzt, ſo muß man wohl Acht haben, daß ſich die Zugöffnungen nicht verſtopfen, auch iſt es nöthig die ſich bildenden Riſſe zu verſtopfen, damit nicht eine zu ſchnelle Verbrennung veranlaßt wird.

Manchmal bringt man, ehe der Meiler auslöſcht, in die innern Luftzüge Waſſer. Dieſes muß indeß nie eher geſchehen als bis keine Flamme mehr entweicht, die Maſſe aber noch glühend iſt. In dem Augenblick, in welchen die Dämpfe die Koke durchdringen, erſcheint die Flamme aufs Neue, dieſelbe entſteht aus dem Verbrennen des Kohlenwaſſerſtoffs und Kohlenoxydgaſes, welche ſich in Folge der Zerſetzung des Waſſers durch Kohle gebildet haben. Zu gleicher Zeit gewahrt man ganz deutlich einen knoblauchartigen Geruch.

Man löſcht nunmehr den Meiler, bedeckt ihn mit Erde, und verſtopft ſorgfältig alle Zugöffnungen.

Das Verkoken dauert 6 bis 10 Tage. Die Steinkohle giebt 50 pCt. Koke von guter Qualität. Die Koke hat alle äußern Kennzeichen mit der aus Stückkohle erzeugten gemein; ſie iſt wie jene etwas aufgebläht, und in zuſammenhängenden großen Stücken, welche man zerſchlagen muß; der Form nach ähnelt ſie dem Blumenkohl, hat metalliſchen Glanz, iſt ſtahlgrau, und beſitzt ſonach alle Eigenſchaften der guten Koke.

Der Steinkohlenaufgang zum Anzünden der Meiler iſt größer, als man denken ſollte; er beläuft ſich auf $\frac{1}{20}$ Thl. der verkohlten Steinkohle. Man kann dieſen Verluſt mindern, wenn man die Meiler anders ſetzt; bei koniſchen Meilern beträgt er nicht mehr als $\frac{1}{40}$.

636. Die koniſchen Meiler werden auf folgende Weiſe gemacht. Fig. 9. zeigt die Lage der Breter und Fig. 10. die der Pfähle. Dieſe Art Meiler haben an der Baſis 12 Fuß und 7 Fuß an der Spitze im Durchmeſſer. Sie ſind 3½ Fuß hoch und enthalten 75 Körbe (bennes) oder 7500 Kilog. Steinkohlen.

Wenn man die Breter aufgeſtellt und mit einander verbunden hat, ſo errichtet man in der Mitte des Meilers einen viereckigen Pfahl (a), an welchen 6 andere koniſch geformte (b, b, b,) in gleichen Entfernungen von einander anſtoßen. Da nun jede Reihe 12 Öffnungen hat, ſo bleiben 6 übrig, in welche man die kürzern Pfähle (c) ſteckt, welche in ſchräger Richtung ſich mit den vorigen vereinigen.

Man ſchüttet Steinkohlen ein, bis 2 oder 3 Zoll über die erſte Pfahlreihe, bildet ſodann eine zweite nach Art der erſten, nur daß die Zugöffnungen nicht ſenkrecht über einander kommen. Es werden darauf wieder Steinkohlen geſchüttet; man bildet ſodann eine dritte Reihe von Zuglöchern, und füllt nachher den Meiler mit Steinkohlen voll. Der Zug wird durch ſenkrechte Zugöffnungen befördert, weshalb man an den Punkten m, m, m, vertikale Pfähle ſtellt, die ſich bis über die Spitze des Meilers erheben.

Das Legen der Pfähle geſchieht, wie bei den prismatiſchen Meilern, eben ſo iſt das Anzünden und die Behandlung des Meilers gleich.

637. Wir wollen nun dieſes Verfahren mit den gewöhnlichen, auf den übrigen Hütten gebräuchlichen Methoden vergleichen. Man kann ſich davon nach dem, was wir über die Fabrikation des Kienrußes (455) geſagt haben, einen allgemeinen Begriff machen. Es werden hierzu Öfen benutzt, in welchen ebenfalls eine unvollkommne Verbrennung der Steinkohlen erfolgt. Das einfachſte Verfahren dieſer Art, hat Lord Dundonald auf ſeinen Hütten eingeführt; es beſteht in der Anwendung großer, ovaler Öfen mit ebner Sohle. Man ſchüttet die Steinkohlen durch die vordere Öffnung ein, und zieht ſie auseinander, ſo daß die Stärke der Schicht gewöhnlich 5′ iſt. Hierauf wird die Öffnung mit durchbrochenen Ziegeln verſetzt, die Steinkohlen angezündet, und hört der Rauch auf, ſo verſtopft man alle Öffnuugen ſorgfältig, mögen ſie ſich nun in der Thüre oder der Wand des Ofens befinden. Will man das Feuer erſticken, ſo ſetzt man auch die obere Öffnung mit einer Eiſenplatte zu. In einem 10′ weiten und 8′ hohen Ofen dieſer Art verkohlt man in 48 Stunden 9000 Kilog. Steinkohlen.

(Fig. 11. Taf. 5.) iſt die vordere Anſicht eines ſolchen Ofens.

638. Man hat für denſelben Zweck auch Reverberiröfen angewendet, (Taf. 5. fig. 12. und 13.) mit gegenüberliegenden Öffnungen. Der Ofen wird rothglühend gemacht, dann eine Hälfte der Sohle gereiniget und mit einer Lage klarer Steinkohlen 6″ ſtark bedeckt, ſodann die Thüre geſchloſſen. Man macht daſſelbe auf der entgegengeſetzten Seite, läßt jedoch für den Luftzutritt die Thüre ein wenig offen. Hat das Feuer um ſich gegriffen, ſo wird die Thüre verſchloſſen und nach Verlauf von 6 Stunden iſt bei einem 9′ langen und 7′ breiten Ofen das Verkoken beendigt. Man zieht die Koke und löſcht ſie entweder mit Waſſer, oder indem man ſie in dünne Lagen auf der Erde ausbreitet, und füllt den Ofen aufs neue.

Es iſt ſehr leicht, mehrere Öfen dieſer Art zuſammenzuſetzen, wodurch man an Baumaterialien erſpart. (Ann. des mines n° 86 p. 102 und Bullet. de la Société d'Encour. 1806. p. 127.)

639. Bei beiden Methoden kann man Einrichtungen treffen, um den Theer, welcher ſich mit dem Rauch verflüchtigt, aufzufangen. Man darf den Rauch nur in langen abgekühlten Röhren, welche mit einem beſondern Reſervoir in Verbindung ſtehen, wo das Theer ſich anſammelt, fortleiten. Die Röhren münden in eine beſonders dazu errichtete Eſſe, durch welche das Gas in die atmosphäriſche Luft ſtrömt. Man muß ſich indeß hüten, die Röhren bis zur Rothgluth zu erhitzen, widrigenfalls veranlaßt man gefährliche Detonationen. Das Gas in den Röhren beſteht nämlich größtentheils aus Kohlenwaſſerſtoffgas und atmosphäriſcher Luft. Es bildet ſich leicht Knallgas, wenn beide Gasarten in den erforderlichen Verhältniſſen vorhanden ſind. Im Großen giebt die ſo behandelte Steinkohle $\frac{1}{10}$ ihres Gewichts Theer. Aus dem Theer gewinnt man durch nochmaliges Deſtilliren Öl, welches vielleicht zur Anwendung in Gäswerken geeignet wäre, und in dieſer Hinſicht könnte es vortheilhaft ſeyn, auf den Hütten, wo man Koke bereitet, das Theer nicht zu verlieren. Unter den Apparaten, welche ſich zur Gewinnung der Koke eignen, ohne viel Bitumen zu verlieren, iſt der Holzverkohlungsapparat von La Chabeauſſiere gewiß am zweckmäßigſten.

640. Vergleichen wir nun ſämmtliche Verkokungsmethoden, und die dadurch erzielten Produkte und nehmen wir hierbei das Ausbringen in verſchloſſenen Gefäſſen als Norm an.

Aus den Reſultaten in der Tabelle von Karſten ergiebt ſich ein ſehr bedeutender Verluſt, den man für die meiſten Fälle aber nicht annehmen kann.

Die Sinterkohle giebt beim Deſtilliren beinahe 8 pCt. mehr Koke als in Meilern. Dieſer Unterſchied iſt jedoch unbedeutend, und wird ziemlich im Verhältniß ſtehen mit der Menge, welche man verbrennt, um den Deſtillationsprozeß zu unterhalten. Bei Backkohlen iſt dieſes nicht der Fall; der Unterſchied zwiſchen beiden Methoden beläuft ſich hier auf 15 bis 20 pCt.; es iſt dieſes auch ſehr leicht erklärlich, denn einerſeits iſt hier viel Waſſerſtoff, es bildet ſich mehr Bitumen und Kohlenwaſſerſtoffgas; andrerſeits ver-

brennen während des Verkokungsprozeßes mehr Koke, weil ſie lockerer ſind. Der erſte Verluſt wird jedoch vermindert, wenn man die Steinkohlen ſo ſchichtet, daß ſie oben ſich zu verkoken anfangen; dann dient das ſich aus den untern Schichten entwickelnde Gas, welches verbrennt, zum Verkoken der obern Schichten. Der zweite Verluſt iſt nur durch vermehrte Vorſicht in der Behandlung des Meilers zu verringern.

Übrigens iſt es noch nicht erwieſen, ob es vortheilhaft ſeyn würde, die wenig backenden Steinkohlen in Öfen oder Deſtillirapparaten zu verkoken, während dagegen für harzige Steinkohlen dieſe Apparate entſchieden ſehr beachtenswerthe Vortheile darbieten.

Capitel VI.

Vergleichung der verſchiedenen Brennmaterialien unter ſich.

641. Nachdem wir die verſchiedenen Brennmaterialien in den vorhergehenden Kapiteln betrachtet haben, ſo möchte es nicht ohne Nutzen ſeyn, auf ihre Anwendung vergleichungsweiſe zurück zu kommen.

Folgendes ſind die Wärmequantitäten, welche ſich aus jeden derſelben entwickeln.

Angewandte Maſſe.	Waſſermenge in Kilogr., die von 0° auf 100° erhöht wird.
1 Kilogr. trocknes Holz	36 Kilogr.
desgl. Holz mit 25 pCt. Waſſergehalt . . .	27 —
desgl. Holzkohle	75 —
desgl. backende Steinkohlen von mittlerer Güte	60 —
desgl. Koke mit 15 pCt. Aſche	66 —
desgl. Moortorf	25—30 —
desgl. Torfkohle mit 20 pCt. Aſche . . .	63 —

642. Mittelſt der vorhergehenden Tabellen kann man die Gewichte leicht in Maaße verwandeln. Man multiplizirt nämlich die Waſſermenge mit dem Gewicht des Maaßes in Kilogrammen ausgedrückt, wofür man die Werthe ſucht, und erhält dadurch folgende Tabelle:

Angewandte Maſſe.	Waſſermenge in Kilogr., die von 0° auf 100° gebracht wird.
1 Hektolit. Eichen= oder Buchenkohle . .	1875.
1 — Birkenkohle	1725.
1 — Kiefernkohle	750.
1 — Steinkohle	4800.

Angewandte Maſſe.	Waſſermenge in Kilogr., die von 0° auf 100° gebracht wird.
1 Hektolit. Koke	1980.
1 — Torfkohle	3000.
1 Stère Eichen, Buchen oder Birkenholz in groben Stücken	12150.
1 — Fichtenholz in groben Scheiten .	8775.
1 — Junges Eichenholz	6075.
1 Corde Torf von 2000 Kilogr.	50000.

643. Kennt man die Preiſe der verſchiedenen Brennmaterialien, ſo wird es leicht ſeyn, den Werth derſelben für die Anwendung zu beſtimmen.

Maſſe.	Werth.	Für 1 Fr. erhitzt man von 0° auf 100° Waſſer.
1 Hektol. Eichenkohle . .	4 Fr.	460 Kilogr.
1 — Steinkohle . .	4 Fr. 40 Ct. . .	1090 —
1 — Koke	2 Fr. 85 Ct. . .	690 —
1 — Torfkohle . .	5 Fr.	600 —
1 Stère Buchenholz . .	18 Fr.	675 —
1 Corde Torf	15 Fr.	3333 —

Es iſt natürlich, daß die Angaben der zweiten und dritten Tabelle nach den Umſtänden abweichen, und daß in allen wichtigen Fällen man mit Sorgfalt die Rechnung wiederholen muß.

Capitel VII.

Konſtruktion der Öfen und Verbrennungs-apparate.

644. Die Apparate, welche man anwendet, um die Temperatur der Luft in unſern Wohnungen, die des Waſſers oder wäßriger Auflöſungen, oder die Temperatur feſter Körper zu erhöhen, müſſen nach der Art, wozu man die Hitze anwenden will, verſchieden ſeyn; jedoch iſt das Verfahren, Wärme zu erzeugen, in allen Fällen einigen allgemeinen Regeln unterworfen.

In einem Heitzapparate, von welcher Art er auch ſeyn mag, unterſcheidet man 3 weſentliche Theile, als:

Der Platz, wo das Verbrennen geſchieht, welches der Heerd (Roſt), iſt; die Öffnung, durch welche die Produkte, die ſich während des Verbrennens bilden, abziehen, dieſes iſt die Eſſe; und die Öffnung, durch welche die nöthige Luft herbeigeführt wird oder den Aſchenfall.

Oft befindet ſich der Heerd auf der Erdſohle, wie bei den Kaminen, die Aſche liegt dann mit dem Brennmaterial an einer Stelle beiſammen. Oft befindet ſich der Feuerheerd über einem Roſte, die Aſche fällt dann in eine unter demſelben angebrachten Raum, welcher der Aſchenfall heißt. Die Brennmaterialien, welche leicht Feuer fangen, werden ohne beſondern Roſt verbrannt, wie z. B. Holz und Holzkohlen.

Diejenigen, welche nur bei einem hohen Hitzgrade fortbrennen, können des Roſtes nicht entbehren; es iſt dieß der Fall bei Steinkohlen und Koke.

645. Die bis zur Rothglühhitze gebrachten Brennmaterialien erhalten ſich in dieſem Zuſtande durch eigne Verbrennung, die glühende Maſſe ſtrahlt dabei mehr oder we-

niger Wärme aus. Außerdem verwandelt ſich die brennende Maſſe in Kohlenſäure oder in Waſſer und Kohlenſäure, wodurch eine bedeutende Menge der entwickelten Wärme verloren geht. Die noch übrig bleibende Wärme verbreitet ſich in den Wänden des Apparats und erhöht deſſen Temperatur mehr oder weniger, woraus man ſieht, daß, um alle Wärme vollkommen zu benutzen, man ſich auch der bemächtigen muß, welche die Gaſe fortführen, oder die durchs Ausſtrahlen verloren geht, ſo wie endlich auch derjenigen, welche ſich den Wänden des Apparats ſelbſt mittheilt.

Dieſes geſchieht in dem Calorimeter; aber in Heitzapparaten verliert man jederzeit eine anſehnliche Menge der erzeugten Wärme, um den Zug zu bewirken. Die Benützung der Wärme geſchieht entweder durch Mittheilung oder Ausſtrahlung.

Z. B. in gewöhnlichen Stubenöfen wird die Wärme einzig und allein nur durch die Wände derſelben fortgepflanzt.

In den alten Kaminen benutzt man nur einen Theil der ſtrahlenden Wärme.

In den zum Abdampfen beſtimmten Öfen verliert man die Wärme, die ſich den Ofenwänden mittheilt größtentheils man benutzt blos einen Theil der ſtrahlenden Wärme, und einen Theil derjenigen, welche durch die Gaſe fortgeführt wird.

646. Sonach iſt es erwieſen, daß man bei allen Verbrennungsapparaten zuvor die Quantität Wärme, welche die gasförmigen Produkte wegnehmen, beſtimmen, und den Apparat ſelbſt ſo konſtruiren muß, um den übrigen Theil der Wärme zu benutzen. Es iſt aber bei allen Apparaten kein Theil einer allgemeinen Betrachtung fähig, als die Eſſe. Die Art, die Wärme zu benutzen, hängt nothwendigerweiſe von den verſchiedenen Arten der Anwendung ab, welche man davon machen will, und wir müſſen deshalb jedes Ofenſyſtem beſonders betrachten. Dieſes wird auch in der Folge bei Beſchreibung der verſchiedenen Induſtriezweige geſchehen.

647. Der Zweck der Feuereſſen iſt: die Luft, welche zum Verbrennen gedient hat, fortzuführen, und ein neues

Quantum reiner Luft dem Feuerungsraum zuzuleiten. Man erreicht dieſen doppelten Zweck auf eine ſehr einfache Weiſe: es iſt bekannt, daß ein Körper, welcher in ein Mittel von anderer Dichtigkeit als die Seinige iſt, gebracht wird, ſich erhebt oder fällt, je nachdem er leichter oder ſchwerer iſt, als der ihn umgebende Körper. Die Geſchwindigkeit ſeines Falles oder Aufſteigens iſt um ſo größer, je größer der Unterſchied in der Dichtigkeit iſt.

Stellen wir uns eine an beiden Enden offne Röhre vor, mit warmer Luft gefüllt, ſo wird dieſelbe durch die obere Öffnung entweichen und durch eine Säule kalter Luft, welche durch die untere Öffnung eindringt, erſetzt werden. Iſt nun eine beſtändige Wärmequelle vorhanden, welche die Luft erhitzt, ſo bald ſie in die Röhre kommt, ſo bildet ſich ein immerwährender Luftzug, wie dieſes der Fall in den Feuereſſen iſt.

Das auf die Baſis der Eſſe gelegte Brennmaterial erhöhet die Temperatur der Luft, welche ſich in der Eſſe befindet, dieſe erhebt ſich in die Atmosphäre und wird durch eine neue Menge erſetzt, welche zuvor über das Brennmaterial hinwegzieht, daſſelbe verbrennt und dadurch ſich ſelbſt erhitzt.

Dieſes wird genügen, um zu zeigen, daß die Eſſe aufs Verbrennen einen ſehr großen Einfluß hat, und daß man die Höhe und den Durchmeſſer derſelben nach der Art und Menge des Brennmaterials, welches man anwenden ſoll, einzurichten wiſſen muß. Da die Umſtände, welche auf die Geſchwindigkeit der Luft in der Eſſe Einfluß haben, alle auf beſtimmten Geſetzen der Phyſik beruhen, ſo werden wir am Ende dieſes Werkes Tabellen mittheilen, welche die zu beobachtenden Verhältniſſe zwiſchen der Menge des Brennmaterials und der Höhe und des Durchmeſſers der Eſſen, für verſchiedene mittlere Temperaturen der Luftſäulen anzeigen werden.

Zugleich wollen wir allgemeine Formeln angeben, mit Hilfe deren man dieſe Dimenſionen für alle nicht in den Tabellen aufgeführten Fälle berechnen kann.

Sehr oft wendet man ſtatt der Eſſengebläſe-Maſchinen an, wodurch dem Brennmaterial ebenfalls Luft zugeführt wird; namentlich auf Hammerwerken, Hohöfen ꝛc. Dieſe Methode wird in dem metallurgiſchen Theile dieſes Werkes beſchrieben werden.

Übrigens findet man Alles hieher gehörige in dem vortrefflichen Werke von Péclet, Traité de la chaleur etc. umſtändlich auseinander geſetzt.

*) Von dieſem ſchätzbaren Werke iſt vor Kurzem auch eine deutſche Überſetzung erſchienen, die in den Händen eines jeden Pyrotechnikers ſeyn ſollte. A. u. E.

Capitel VIII.

Beleuchtung mit Öl- und Steinkohlengas und mit tragbarem oder transportabelm Gaſe.

648. Seit der Erfindung des Luftballons haben wenige Erfindungen die Aufmerkſamkeit des Publikums ſo auf ſich gezogen, als die Gasbeleuchtung; deshalb hat man ſich auch oft über die Priorität dieſer Erfindung geſtritten, die übrigens ein ſehr einfaches Reſultat chemiſcher Unterſuchungen des vorigen Jahrhunderts iſt. Seit langer Zeit weiß man, daß ſich Licht entwickelt beim Verbrennen einiger zuſammengeſetzten Gasarten; aber es wurde nicht eher als in den Jahren 1785 oder 1786 von Lebon, einem franzöſiſchen Ingenieur, davon Anwendung gemacht; er benutzte das Gas, welches man bei der Deſtillation des Holzes erhält, bereitete ſonach Holzkohlen in verſchloſſenen Gefäßen nebſt Holzeſſig, und ſuchte ferner die Wärme ſeiner Öfen zugleich zum Heitzen der Zimmer zu benutzen. Man ſieht, daß dieſe Idee, deren Wichtigkeit ohne Zweifel der Erfinder nicht geahndet haben mag, der Urſprung zweier Induſtriezweige geworden iſt, nämlich der Gewinnung des Holzeſſigs und der Gasbeleuchtung.

Die Thermolampe von Lebon, ein Apparat, welcher zu gleicher Zeit Wärme und Licht verbreitet und welchen er als Hausgeräth einführen wollte, hatte keinen Erfolg, ſey es nun der ſchwierigen Behandlung oder des ſchwachen Lichtes wegen, welches dieſelbe erzeugte. Die Gaſe, welche ſich darin bildeten, konnten nur Sumpfluft und Kohlenoxydgas ſeyn, welche bekanntlich beide ſehr ſchwach leuchten. *)

*) Folgenden Auszug aus „Pecston on oil and coal-gas. London.

Es verfloßen indeß mehrere Jahre, ehe man von dieſer Erfindung einen ausgedehnten Gebrauch machte, obgleich Lebon die Steinkohle als vorzüglich für dieſen Zweck anwendbar bezeichnet hatte.

In den Jahren 1800 bis 1805 und 1806 brachte endlich Murdoch die Erzeugungsapparate auf eine hohe Stufe der Vollkommenheit, und erleuchtete damit zu Soho die Fabrik von Watt und Boulton, ſo wie die Cattunſpinnerei von Philipp und Lee zu Mancheſter. In Folge dieſer erſten Verſuche ließen mehrere Fabrikenbeſitzer ihre Werkſtätten nach dieſer neuen Methode beleuchten.

Die allgemeine Anwendung dieſer Methode in den meiſten Städten Englands und den Hauptſtädten des Kontinents iſt ein ſicherer Beweiß von der Nützlichkeit derſelben.

Man kann das Leuchtgas aus mehreren Subſtanzen und auf verſchiedene Weiſe erhalten; indeß ſind es die Steinkohlen und Öle, welche man am häufigſten für dieſe Zwecke anwendet. Die Bereitung des Gaſes aus Steinkohlen iſt mit Schwierigkeiten verbunden, welche ſich bei der Gewinnug deſſelben aus Öl nicht darſtellen; wir beginnen daher mit der Beſchreibung der Apparate, welche man gegenwärtig als die beſten für die Gewinnung der Gaſe aus Öl betrachtet, ohne hierbei auf die chronologiſche Ordnung Rückſicht zu nehmen. Das Gas iſt übrigens ſchon lange Zeit im Großen aus Steinkohlen gewonnen worden, ehe man daran gedacht hat die Öle ſelbſt für dieſen Zweck zu zerſetzen.

Gasbeleuchtung mit Ölgas.

649. Die fetten Materien, welche man gewöhnlich zur Beleuchtung anwendet, werden durch den Docht zerſetzt und

---

1823.“ zu Folge, haben die Engländer das Steinkohlengas doch früher gekannt, als die Franzoſen.

Dr. Clayton bemerkte im Jahr 1739 zuerſt, daß beim Deſtilliren der Steinkohlen unter andern ſich auch eine Luftart entwickelt habe, welche ſogleich in Berührung mit einer brennenden Lampe Feuer fing. Er ſammelte dieſe Luft in Ochſenblaſen auf und unterhielt ſeine Freunde oft damit, daß er mittelſt einer Stecknadel kleine Öffnuugen in die Blaſe machte und die Luft gegen eine Lichtflamme preſſte, wobei ſie ſich ſogleich entzündete. A. u. E.

in verſchiedene gasförmige Produkte verwandelt. Dieſe fangen bei einer ſehr hohen Temperatur und in Berührung mit der Luft, Feuer, und bilden eine Flamme. Es iſt erwieſen, daß man fette Subſtanzen ebenfalls auch in verſchloſſenen Gefäßen zerſetzen kann. Die ſich bildenden Gaſe werden aufgefangen und zur Beleuchtung benutzt, indem man ſie an den Ausſtrömungsöffnungen der Lampen entzündet.

Als Taylor dieſe Methode, Gas zu erzeugen, bekannt machte, erhoben ſich gegründete Einwendungen dagegen.

Man ſagte: würden die Menſchen vorher die Methode, mit Gas zu beleuchten, gekannt haben, und hätte jemand auf einmal angezeigt, daß er ein Mittel erfunden habe, daſſelbe zu kondenſiren und in eine tropfbare Flüſſigkeit oder wohl gar in einen feſten Körper zu verwandeln, ſo würde dieſe Erfindung als eine ſehr wichtige betrachtet worden ſeyn, da man in beiden Geſtalten die Materie leichter ohne Gefahr und ohne koſtſpielige Apparate transportiren kann; mittelſt Lampen erzeugt man eine ſehr ſchöne Flamme aus der tropfbaren Flüſſigkeit, und die feſte Maſſe als Lichte oder Kerzen geformt, giebt ebenfalls ein helles Licht. In beiden Fällen wird das Volumen der Maſſe ungemein vermindert, man hat keine hermetiſch verſchloſſene Apparate nöthig, die Lichter haben keinen feſten Platz in den Zimmern und man hat nicht nöthig mit vielen Geldaufwand große Gaſometer, unterirdiſche Leitungen ꝛc. herzuſtellen.

Es zeigte Taylor aber, daß, wenn Öl in Gas umgewandelt wird, die leuchtende Kraft im Verhältniß von 134:100 zunähme: doch iſt dieſe Angabe fehlerhaft, denn es iſt niemals, zu verhüten, wenn man auch das Öl mit aller Sorgfalt zerſetzt, daß ſich nicht eine gewiſſe Quantität Kohle abſcheidet, und daraus ergiebt ſich eine auffallende Verminderung in der Menge der brennbaren Materie im Gaſe. Dieſe Thatſache wurde jedoch erſt ſpäter von Payen und und Bérard nachgewieſen. Übrigens muß man zu den obigen gegen das Ölgas aufgeführten Einwendungen noch hinzufügen, daß wenn man Gas brennt, ein größerer Lichtverluſt ſtatt findet, als in gut konſtruirten Lampen.

Trotz dieſer Einwendungen hatte das Unternehmen Taylors einen glücklichen Fortgang. Die Urſache dieſes günſtigen Reſultats muß in der ſorgfältigen Ausführung der Haupttheile des Apparats geſucht werden. Das ſo erzeugte Gas war das beſte unter allen, und die Lampen, in denen es braunte, gaben das Maximum von Licht. Übrigens konnte das Öl, welches man anwandte, nicht für die gewöhnlichen Lampen in Geſellſchaftszimmern ꝛc. benutzt werden, denn man zerſetzte daſelbſt nur übelriechenden Fiſchthran. In England hat übrigens die gewöhnliche Beleuchtung mit Lampen nicht den Grad der Vollkommenheit als in Frankreich erreicht, ſo daß die Abnehmer dort gewinnen, wenn ſie dieſelbe Menge Öl in Form von Gas verbrennen, anſtatt es in ſeiner natürlichen Geſtalt anzuwenden.

650. Nichts iſt indeß einfacher als die Gewinnung des Gaſes aus Öl. Man bringt in einem Ofen (Taf. 16. Fig. I.) einen gußeiſernen Zylinder (A) mit Koke-Stücken gefüllt, und erhitzt denſelben bis zum anfangenden Rothglühen.

Durch die Röhre (B) kommt das Öl in die Retorte. Die Röhre B ſteht mit dem Behälter (C) in Verbindung; in dieſem wird das Öl immer in demſelben Niveau mittelſt der Röhre (D), welche durch (E) ſo viel Öl zuführt, als bei B abläuft, erhalten.

Das Öl, welches in die Retorte fällt, durchdringt ſämmtliche warme Koke, verwandelt ſich ſo größtentheils in Gas und entweicht durch die Röhren (F). Die Röhre ſelbſt mündet einige Linien unter dem Öl im Reſervoir (C) und das Gas ſetzt, indem es durch daſſelbe zieht, einen Theil des mechaniſch mit fortgeriſſenen Öls ab. Von da geht das Gas durch die Röhre (G) in den Gaſometer. Dieſe Röhre muß übrigens 2 Krümmungen haben, damit der Reſt Öl, der noch im Gaſe befindlich iſt, ſich präcipitiren und in dem Gefäß (J) anſammeln kann.

651. Durch die in der Retorte befindlichen Koke vermehrt man die erhitzten Oberflächen, und befördert dadurch die Zerſetzung des Öls. Es iſt übrigens erwieſen, daß man ſorgfältig eine gleichförmige und angemeſſene Temperatur in den Retorten zu unterhalten ſuchen muß. Bei einer zu nie-

drigen Temperatur geht ein Theil Öl unzerſetzt über; eine zu hohe Temparatur bewirkt dagegen Zerſetzung der Gaſe in Halbkohlenwaſſerſtoff und Kohle; letztere ſetzt ſich in feſter Geſtalt ab. Man mag übrigens noch ſo ſorgfältig heitzen, ſo kann man letztern Umſtand doch nicht ganz vermeiden und man muß deshalb die Koke niemals über 14 Tage in den Retorten laſſen. Nach Verlauf dieſer Zeit haben die präcipitirten Kohlen ſämmtliche Poren der Koke ausgefüllt und man muß ſie deshalb durch friſche erſetzen. Die Koke kann aber ſehr zweckmäßig als Brennmaterial benutzt werden. Von den gewöhnlichen Ölarten giebt das Kilogramm ohngefähr 830 Liter Gas.

652. Das Beſtehen dieſer Anſtalten hängt ſehr von dem Preis der Öle ab, die man anwendet. Die in England verbrauchten Sorten ſtehen ziemlich niedrig. Dort werden nämlich Fiſchöle oder Thran, von denen man keine vortheilhaftere Anwendung machen kann, hierzu verwendet. In Frankreich hat man ungereinigte Öle aus Saamen angewendet, man kann dieſelben aber auch durch Terpentinöl und Naphten ꝛc. erſetzen. D'Arcet hat dazu die fetten Subſtanzen aus den Seifenwaſſern der Fabriken benutzt. Dieſe werden gewonnen, indem man die damit verbundene Soda mit Schwefel- oder Salzſäure ſättiget; die in der Seife enthaltenen Fettſubſtanzen ſcheiden ſich ſehr bald ab und ſchwimmen oben auf. Dieſe Anwendung verdient vorzüglich in den vielen Zeugmanufakturen, welche große Quantitäten Seife verbrauchen, berückſichtigt zu werden, indem die Beſitzer dadurch ein Mittel finden, ein Produkt, was bisher gänzlich verloren gieng, wieder abzuſetzen.

653. In den neueſten Zeiten hat man die unmittelbare Anwendung von Ölſaamen ſtatt der Öle zur Gaserzeugung vorgeſchlagen. Dieſe Idee hatte keinen glücklichen Erfolg und kann keinen haben. Der Transport derſelben iſt theurer und man verliert hierbei den Ertrag der Rückſtände oder Ölkuchen, wodurch der höhere Preis des geſchlagenen Öls nicht nur ausgeglichen, ſondern ſogar überſtiegen wird. Außerdem geben die Schaalen der Ölſämereien auch Gas, dann muß man aber die Temperatur erhöhen, wodurch das Gas aus dem

Oele wieder zerſetzt wird; übrigens iſt das Gas aus Oelkuchen von zu ſchlechter Qualität um den Unterſchied des Preiſes wieder aufwiegen zu können. Auch enthalten die Oelſämereien größtentheils Schwefel, wodurch ſich Schwefelwaſſerſtoffgas bildet. Mit einem Worte, aus Oelſaamen erhält man ein Gas, welches durchaus den aus Steinkohlen nicht vorgezogen werden kann, auch erhält man keine Koke, wie bei der Gewinnung des Gaſes aus Steinkohlen, wodurch ein neuer Nachtheil erwächſt. *)

Gasbeleuchtung mittelſt Steinkohlen.

654. Wenn die Darſtellung des Gaſes aus Ölen einfach iſt, ſo iſt dieſes nicht der Fall mit der aus Steinkohlen. Die erhaltenen Produkte ſind mit Schwefelwaſſerſtoff und mit einer anſehnlichen Menge Theer verbunden, welche man beide ſorgfältig davon abſcheiden muß.

Den jetzt gebräuchlichen Apparat zur Erzeugung des Gaſes aus Steinkohlen kann man aus 7 Haupttheilen beſtehend betrachten. (Taf. 16. Fig. 2.)

1.) Die Retorten (a), welche beſtimmt ſind, die Zerſetzung der Maſſe zu bewirken.

---

*) In Schweden hat der Direktor Schwartz zuerſt das bei der Bereitung des Schiffpeches aus Theer als Nebenprodukt fallende Pechöl zur Gaserzeugung mit dem glücklichſten Erfolg benützt. In Stockholm ſelbſt ſind mehrere Gasanſtälten, ſowohl in öffentlichen als Privatgebäuden, in welchen blos dieſes Öl angewendet wird. Die Gasbereitung beſteht im Weſentlichen darin, daß man das Pechöl in eiſerne Zylinder auf darin befindliche, glühende Ziegelſteinſtücken nach und nach fließen läßt. Da ſich hierbei viel Öl unzerſetzt mit dem Gaſe verflüchtigt, ſo geht das Gasentbindungsrohr zuerſt ſenkrecht in ein Gefäß hinab, in welchem ein beträchtlicher Theil ſich ſogleich abſetzt; von da ſteigt es in das hochliegende Ölreſervoir, wodurch die noch übrigen Antheile des anhängenden Öls kondenſirt werden und geht nun durch kaltes Waſſer in den Gaſometer.

Wir machen hier zugleich auf die Benützung harziger Seoffe zur Gaserzeugung aufmerkſam. Ganz neuerdings hat nämlich ein Franzoſe ein Patent darauf erhalten, was für die Ausführbarkeit dieſer Sache zur Genüge ſpricht. Harze ſind in vielen Gegenden im Überfluß vorhanden, wo es an Steinkohlen gebricht und der hohe Preis der Fettſubſtanzen die Anwendung zur Gasbereitung verbietet. Vorzüglich möchte ſich in ökonomiſcher Hinſicht das Colophonium dazu eignen, welches in Süd- und Mitteldeutſchland ſo äußerſt billig in großen Maſſen zu haben iſt. A. u. E.

2.) Die Vorlage (b) ein Apparat, deſſen Funktion von der einer Woulfiſchen Flaſche nicht verſchieden iſt. Die Röhren, welche das Gas fortleiten, laufen von den Retorten aus, und reichen bis in die Flüſſigkeit der Vorlage. Durch dieſe Einrichtung iſt jede Retorte von dem übrigen Apparat getrennt, ſo daß Verluſte, Unterbrechungen in der Arbeit oder andere mögliche Umſtände keinen Einfluß auf das Ganze haben. Die Vorlage iſt gewöhnlich unmittelbar über die Retorten geſtellt (Fig. 7.); manchmal iſt ſie jedoch ein wenig davon entfernt.

3.) Der Kondenſator. Dieſer beſteht aus einer Reihe horizontal und vertikal verbundener Röhren, welche in kaltes Waſſer tauchen. Es kondenſirt ſich in denſelben das Theer, welches mit dem Gaſe fortgeführt wurde, und endlich fließt dieſes durch die Röhre d ab.

4.) Der Waſchapparat. In demſelben wird das von Theer befreite Gas von Schwefelwaſſerſtoffgas und Kohlenſäure gereinigt. Man wendete ehemals zu dieſem Zweck Fäſſer an, welche bis zur Hälfte mit Kalkmilch gefüllt waren, und durch welche das Gas ſtrömen mußte, indem man es mittelſt einer Röhre hinein leitete; doch ging das Waſchen auf dieſe Weiſe ſchlecht, wegen der geringen Berührung zwiſchen Gas und Kalkmilch; deshalb führte man andere Gasreinigungsmethoden ein, welche jedoch alle eine zu ſtarke Preſſung in den Retorten verurſachten. Gegenwärtig werden 2 Gefäſſe angewendet, in welche man eine Schicht Heu bringt, und dieſe mit Kalkmilch befeuchtet. Durch dieſe ſinnreiche Einrichtung, welche man Bérard verdankt, zieht das Gas durch eine Lage Kalk, welche eine ſehr bedeutende Oberfläche darbietet, ohne die geringſte Preſſung zu erleiden. Das Gas tritt durch den Boden in den Waſchapparat und zieht oben ab, nachdem es die ganze Heuſchicht durchdrungen hat.

5.) Der Gaſometer. Dieſer iſt ein großes Gefäß, aus gefirnißtem Blech, in welchem ſich das gereinigte Gas anſammelt.

6.) Die Röhren; ſie laufen vom Gaſometer aus und bringen das Gas an den Ort ſeiner Beſtimmung.

7.) Die Lampen, in welchen das Verbrennen des Gaſes geſchieht. *)

---

*) In neuern Zeiten findet man außer den erwähnten Haupttheilen einer Gaserzeugungsanſtalt auf allen gut eingerichteten Gaswerken, namentlich in England, auch Gasmeſſer. Da unſer Verfaſſer dieſelben nicht erwähnt hat, glauben wir darauf aufmerkſam machen zu müſſen, um ſo mehr als ſie in Deutſchland noch wenig bekannt ſind.

Nach der gewöhnlichen Methode wird das Gas nach einer beſtimmten Anzahl Lichter, die jeden Abend 3 bis 6 Stunden brennen ſollen, verkauft. Wie nachtheilig ein ſolcher Kontrakt, vorzüglich in großen Städten, für den Verkäufer werden kann, iſt leicht einzuſehen. Viele Käufer brennen oft jeden Abend mehrere Stunden länger als akkordirt iſt, und die Aufſeher können dieſes in den meiſten Fällen, ohne unbeſcheiden zu ſeyn, nicht verhüten. Ferner wird der Hahn ſo weit geöffnet, daß die Flamme oft 8 bis 9 Zoll lang brennt, obgleich Verſuche hinlänglich erwieſen haben, daß 3 bis 5″ lange Flammen das meiſte Licht geben, dadurch entweicht aber eine Menge Gas ungenützt.

Es können daher die Käufer wenigſtens zweimal ſo viel Gas verbrauchen, als ihnen zugeſtanden iſt, und deshalb kamen die Gaswerksbeſitzer auf die Idee, das Gas nach dem Gemäß zu verkaufen.

Die Gasmeſſer haben übrigens auch für die Gaskäufer Vortheile, denn ſie können die zugemeſſene Quantität Gas verbrennen, zu welcher Zeit ſie wollen. Clegg war der erſte, welcher im Jahr 1815. ein Patent auf die Konſtruktion der Gasmeſſer nahm, und Mullooc erhielt 1819. von der Society of arts die goldne Metaille für Verbeſſerung derſelben.

Taf. 17. Fig. 1. u. 2. ſind 2 Durchſchnitte.

(AA) iſt der äußere Zylinder.

(BB) der innere Zylinder mit beſondern Abtheilungen.

(D) das Gaszuführungsrohr.

(E) das Rohr zum Abführen des Gaſes.

Zuerſt tritt das Gas in dem Raum EF.

Von da kommt es durch die Öffnungen abcd in die Abtheilungen GHIK und durch 1. 2. 3. 4. in den äuſſern Zylinder.

Iſt die Öffnung (a) noch im Waſſer, und kann Gas eintreten, ſo wird der Raum K ſobald die Öffnung d über den Waſſerſpiegel liegt, ſich mit Gas anfüllen; das Gas wird vermöge ſeiner Preſſung den innern Zylinder nach der linken Hand umdrehen, dadurch kommt (a) aus dem Waſſer, und während aus dem Raum (G) das Waſſer unten heraustritt, füllt er ſich oben mit Gas. In derſelben Zeit entweicht das Gas aus (K) durch die Öffnung (4) in den äußern Behälter. Der Zylinder bewegt ſich fortwährend, die Öffuung (1) kommt über das Waſſer und das Gas kann dadurch wieder entweichen, Eben ſo wie (GK) leeren ſich die Räume (HI) und haben ſich alle 4 Raume entleert, ſo hat das Rad einen Umgang gemacht.

Auf der Axe des innern Zylinders iſt äuſerlich ein gezahntes Rad

655. Das Vorhergehende iſt hinreichend, um ſich eine Idee von der Steinkohlengasbeleuchtung zu machen; es iſt indeß nothwendig, die einzelnen Theile näher zu betrachten.

Wir wiſſen bereits, daß wenn Steinkohlen einer ſtarken Rothglühhitze in einem verſchloſſenen Gefäße ausgeſetzt werden, ſie ſich ſehr ſchnell zerſetzen und folgende Produkte geben, als: Koke, Theer oder Oel, Waſſer, Ammoniak, Sumpfluft, Kohlenwaſſerſtoffgas und Kohlenoxydgas; Gaſe, welche für den beabſichtigten Zweck taugen. Außerdem Kohlenſäure, die zu nichts dient, Schwefelwaſſerſtoffgas und Schwefelkohlenſtoff, welche nachtheilig ſind, weil ſie beim Verbrennen ſchweflichte Säure geben.

Die Quantitäten dieſer Körper ſind ſehr verſchieden, nicht allein bei der Verſchiedenheit der angewandten Steinkohlen, ſondern auch wenn die Temperatur verſchieden iſt, bei welcher die Zerſetzung geſchieht. Die Erfahrung hat gezeigt, daß die Quantität Oel oder Theer, ſo wie Koke, größer iſt, wenn die Zerſetzung bei niedriger Temperatur geſchieht, während in höherer Temperatur dieſelben Produkte ſich in geringern Quantitäten bilden.

Die Retorten, die man zum Deſtilliren der Steinkohlen anwendet, müſſen daher ſehr gut eine ſtarke Rothglühhitze ertragen können, und müſſen außerdem ſo gelegt werden, daß die darin befindliche Maſſe in allen Theilen in einer hohen Temperatur erhalten werden können.

656. Iſt eine mit Steinkohlen gefüllte Retorte der Wirkung der Wärme ausgeſetzt, ſo beginnt die Zerſetzung natürlich an den Theilen, welche die Wände der Gefäße

---

angebracht, und mit dieſen iſt ein Syſtem yon Rädern verbunden, die ſich wie 1:10:100:1000:10000:100000 verhalten. Macht das Rad auf der Axe 100000 Umgänge, ſo hat das letzte Rad erſt einen Umgang gemacht. Jedes Rad iſt mit Zeiger und Zifferblatt verſehen.

Iſt die Anzahl der Umgänge des innern Zylinders auf eine beſtimmte Zeit = n und deſſen kubiſcher Inhalt = r bekannt, ſo iſt für dieſe Zeit, die durch den Gaſometer gegangene Gasmenge = n r.

P. J. Nimno, Braſsfounders (Erzgießer) in Edinburg verfertigen dergleichen ſehr zweckmäßige kleine Gasmeſſer das Stück für 3 Pfund Sterling. A. u. E.

berühren, und es bildet ſich ſonach ſehr bald eine Lage Koke, deren Dicke unaufhörlich zunimmt. Durch dieſe Lage muß der Wärmeſtoff hindurchdringen, um die innern Schichten der Steinkohlen zu erreichen; aber da die Koke ein ziemlich ſchlechter Wärmeleiter iſt, ſo folgt daraus, daß die Gasentwicklung um ſo langſamer vor ſich geht, als die Kokerinde dicker wird.

Es iſt daher von der größten Wichtigkeit, den Retorten eine ſolche Form zu geben, daß die Stärke der Kohlenſchicht nicht zu bedeutend wird. Man hat verſchieden geformte Retorten benutzt. Einige dieſer Formen ſchienen anfänglich vortheilhaft, wurden aber ſpäter verworfen. Im Allgemeinen entſprechen ſie um ſo weniger dem Zweck, je mehr ſie den oben aufgeſtellten Bedingungen zuwider konſtruirt ſind.

Im Anfange wandte man ſphäriſche in Geſtalt von Retorten geformte Gefäße an, hierbei war das Füllen und Ausziehen der Koke ſehr beſchwerlich. Später erſetzte man dieſe durch gußeiſerne Zylinder, und dieſe Zylinder behielten den Namen Retorten, welchen Namen auch wir beibehalten haben.

Nach obigen iſt die zylindriſche Form der Retorten allen andern vorzuziehen. Aber indem man im Allgemeinen die Röhrenform beibehielt, ſo hat man doch verſucht, ſie auf verſchiedene Weiſe abzuändern.

Um dieſe Abänderungen gehörig würdigen zu können, muß man wiſſen, daß die Ausdehnung dieſer Gefäße gleichförmig ſeyn ſoll, daß ſie der Flamme viel Oberfläche darbieten müſſen, und daß die Kohlenſchicht darin ſo dünn als möglich liegen muß. Hieraus läßt ſich beurtheilen, daß ein prismatiſches Gefäß der erſten Bedingung nicht Genüge leiſten würde, indem hier die Winkel dicker als die Flächen ſind. Zylindriſche Gefäße entſprechen weder der zweiten noch dritten Bedingung; daher giebt man in Frankreich den Retorten die Form eines platt gedrückten Zylinders, wovon der Durchſchnitt beinahe elliptiſch iſt.

In England zieht man auch die an dem obern Theil elliptiſch geformten Retorten vor, der untere Theil iſt aber

konkav nach innen gebogen, um ſo viel als möglich den leeren Raum im Innern der Retorte zu verringern.

Dieſe letztern ſind elliptiſchen Retorten vorzuziehen, weil die Steinkohlenſchicht weniger dicht iſt, und weil ſie einem viel ſtärkern Drucke Widerſtand leiſten.

In Fig. 3, 4 und 5, Taf. 16 ſieht man die verſchiedenen Durchſchnitte der Retorten.

657. Die erſten zylindriſchen Retorten wurden aus einem Stück gegoſſen. Doch überzeugte man ſich ſehr bald, daß der vordere Theil der Wirkung des Feuers länger widerſtand als das Übrige, und deshalb machte man die Retorten aus 2 Stücken. Fig. 6.

Der Bauch (a) der Retorte beſteht aus einem einfachen Zylinder, der an dem einen Ende offen und an dem andern Ende zu iſt. An dem zugegoſſenen Ende iſt ein Zapfen angegoſſen, der in die Mauerung hineinreicht, um die Retorte zu tragen. Das offne Ende iſt mit einem platten Rande und zwei Oehren für die Schrauben verſehen. Das Kopfſtück der Retorte iſt an beiden Enden offen.

Von der einen Seite iſt es gerade ſo konſtruirt, wie der offne Theil des Bauchſtücks. Beide Theile werden zuſammengeſtoßen und durch Schrauben verbunden. Man verſtreicht die Fugen mit gewöhnlichem Kitt aus Eiſenfeile, Schwefel und Salmiak. *) An das Kopfſtück der Retorte iſt das Gasentbindungsrohr angegoſſen. Die vordere Oeffnung iſt ausgedreht und wird durch eine koniſch gearbeitete Platte feſt verſchloſſen. Dieſelbe wird mittelſt einer Schraube, die durch eine Mutter, welche ſich in einem eiſernen Riegel befindet, feſt angedrückt. Um das Füllen und Ausziehen der Retorte zu erleichtern, muß dieſer Riegel beweglich ſeyn. Bei b (Fig. 6 a) wird er deshalb mit einem Scharnier befeſtigt, in welchem er ſich dreht, und bei (c) wird er mit einem Vorſtecker feſt gehalten. Füllt oder leert man die Retorte, ſo wird nur der Vorſtecker weggenommen und die Schraube

---

*) Man nehme auf 1 Pfund Eiſenfeilſpähne, 1 Loth Salmiak und 1/2 Loth Schwefel und rühre das Ganze zu einem Brei an; ſtatt des Salmiaks kann auch Urin angewendet werden. A. u. E.

zurückgedreht. Der Riegel fällt herunter und man kann bequem den Deckel abnehmen.

Die Ränder der Platte, welche beſtimmt ſind die Retorte ſcharf zu ſchließen, müſſen mit Erdkitt verſtrichen werden.

658. Gewöhnlich ſtellt man in jeden Ofen 5 Retorten, die man durch 3 getrennte Roſte heitzt. In Tafel 16. Fig. 7. ſieht man die vordere Anſicht und Fig. 8. iſt der Durchſchnitt.

Die Oefen ſind aus Ziegeln gebaut. Die Ziegel, welche den Roſt zunächſt umgeben, müſſen ſehr feuerbeſtändig ſeyn, denn ſie ſind einer ununterbrochenen ſehr hohen Temperatur ausgeſetzt.

Die 5 Retorten ſtehen in einem Raume, welcher im Allgemeinen die Form eines Ofens (e) hat. Darunter liegen die Roſte mit den zugehörigen Aſchenfällen. *)

Durch die Zuglöcher m, m, zieht die Flamme von den Feuerplätzen in den Ofen, und nachdem ſie die Retorten von allen Seiten berührt hat, entweicht ſie durch die Oeffnung o, durchſtreicht den Raum (d) oberhalb des Gewölbes und verliert ſich endlich in der gemeinſchaftlichen Eſſe. Man muß daher ſehr ſorgfältig ſeyn in der Wahl der Ziegel zum Gewölbe, denn daſſelbe iſt der höchſten Temperatur im Ofen ausgeſetzt.

Die Retorten liegen mit ihren beiden Enden in den Mauern der Oefen. Man kann ſie einzeln herausnehmen, ohne die andern zu berühren, was bei dieſer Art Arbeit, die möglichſt wenig unterbrochen werden darf, ſehr wichtig iſt.

Man muß in einer Gasbeleuchtungsanſtalt für alle Oefen nur eine Eſſe haben. Der geringſte Durchſchnitt derſelben muß aber der Summe ſämmtlicher Querſchnitte der Zugöffnungen, die ſich hineinmünden, gleich ſeyn.

Nachdem wir die Konſtruktion jedes Ofens für ſich beſchrieben haben, wollen wir das Ganze nun betrachten.

In den Gaswerken der Stadt Glasgow hat man ein vortreffliches Syſtem befolgt. Das Etabliſſement iſt ſo ein-

---

*) Man hat mit Erfolg in Wolverhampton ꝛc. thönerne Retorten ſtatt der eiſernen eingeführt. A. u. E.

gerichtet, daß man in 24 Stunden 50000 Kubikfuß Gas erzeugen kann.

Die 25 Retorten liegen rund um eine gemeinſchaftliche koniſche Eſſe, ſo daß die Zugöffnungen jeder Feuerſtelle unmittelbar in dieſelbe münden. Die Höhlung im Mittel der Eſſenbaſis bildet ein Behältniß für die Aſche der verſchiedenen Feuerungen, welche vermöge der ſchiefen Lage der Aſchenfälle hinab gleitet. Um die Retorten herum iſt ein runder Platz für die Arbeiter. Außerhalb deſſelben liegt das Kohlenmagazin.

Jeder Ofen hat eine beſondere Eſſe, die ſich ein Wenig im Innern der koniſchen erhebt. Dieſe Eſſen ſowohl, als die Öfen beſtehen für ſich und man kann deshalb jede Feuerung mit Zubehör ausbeſſern, ohne die große Eſſe, noch die benachbarten Feuerungen zu berühren.

659. Vorlagen. Dieſer Apparat iſt ſo einfach, daß wir beinahe dem, was bereits darüber geſagt worden iſt, nichts beizufügen wiſſen. Man macht ſie gewöhnlich aus Gußeiſen. In Fig. 7. ſieht man die Haupteinrichtung derſelben. Die Röhren, welche von den Retorten ausgehen, erheben ſich, fallen wieder, und tauchen in die Flüſſigkeit, welche in der Vorlage enthalten iſt. Dieſes iſt die einzige Preſſung, welche die Retorten auszuhalten haben. Mittelſt dieſer Einrichtung ſind alle Retorten iſolirt.

Es iſt nöthig, daß die Krümmung in der Leitungsröhre ſo hoch liege, um eine dem Bedürfniſſe angemeſſene Preſſung zu erzeugen, welche dem Gewichte des Gaſometers entgegenwirke. Mag letzterer ſich auch noch ſo ungleich bewegen, ſo kann ſich doch nicht ereignen, daß die Flüſſigkeit aus der Vorlage bis ins Knie der Röhre gedrückt wird. Um aber auf der andern Seite den Retorten unnöthige Preſſung zu erſparen, und um das ſich niederſchlagende Theer abzuleiten, verſieht man die Vorlage mit einer gekrümmten Röhre (n), durch welche die überflüſſige Flüſſigkeit beſtändig ablaufen kann.

660. Kondenſator. Der Kondenſator wird angewendet, um das Gas von Theer und Waſſer, welches ſich bei der Zerſetzung verflüchtigt hat, zu befreien; man kann dazu gußei-

ſerne Röhren, welche in kaltem Waſſer ſtehen, gebrauchen; ſie müſſen aber alle ein wenig geneigt geſtellt werden. An dem untern Theil einer jeden iſt ein kleines Rohr angeſtoßen, welches bis in die kondenſirte Flüſſigkeit hineinreicht. Dieſe Röhren müſſen wenigſtens einige Zoll in die Flüſſigkeit hineingehen, um allen Gasverluſt zu vermeiden.

661. Reinigungs- oder Waſchapparat. Wenn das Gas von Theer und ammoniakhaltigem Waſſer befreit iſt, muß man es noch von Schwefelwaſſerſtoffgas reinigen. Bis jetzt iſt dieſes jedoch noch nicht vollſtändig gelungen, daher rührt der unangenehme Geruch des Gaſes, welches entweicht, ohne zu verbrennen, und der Geruch nach ſchweflichter Säure beim Verbrennen des Gaſes. Es iſt aber auch möglich, daß ein Theil dieſer Wirkung dem Schwefelalkohol zugeſchrieben werden muß. Am häufigſten enthält das Gas jedoch Schwefelwaſſerſtoffgas, weil es die Bleiſalze ſogleich ſchwärzt, was der Schwefelalkohol nie bewirkt.

Man kennt noch kein Mittel, das Gas von Schwefelalkohol zu befreien, es giebt deren aber Mehrere, wodurch man es von Schwefelwaſſerſtoff reinigen kann. Bis jetzt hat man blos Kalkhydrat als Kalkmilch angewendet. Sämmtliche Verſuche, die man damit anſtellte, hatten zum Zweck, das Gas mit Kalk in Berührung zu bringen, ohne es einer zu ſtarken Preſſung auszuſetzen.

662. Unter allen Waſchapparaten iſt der in Fig. 2. mm dargeſtellte, der einfachſte; es iſt der Apparat von Bérard.

Früher mußte das Gas durch eine geneigte Röhre, welche mehrere halbe Scheidewände hatte, und durch welche eine Stange mit Rührarmen verſehen gieng, ziehen. Von oben kam die Kalkmilch, und von unten das Gas herein. Die Stange wurde von oben bewegt und die Kalkmilch fiel von einer Scheidewand auf die andere und kam ſonach in Geſtalt eines Regens mit dem Gaſe in Berührung. Unten war zugleich eine Röhre angebracht, welche die Kalkmilch in ein beſonderes Gefäß leitete; oben war eine beſondere Röhre zum Fortführen des gereinigten Gaſes nach dem Gaſometer.

Um die bewegende Kraft zu erſparen, wurde ſtatt der Kalkmilch Kalkhydrat in Pulverform angewendet, aber das Gas drang nur an einzelnen Stellen durch daſſelbe, und an dieſen wurde der Kalk ſehr bald geſättigt und unbrauchbar.

Bérard vervollkommnete dieſe Methode, indem er das Kalkhydrat mit Heu miſchte und ſo dem Gaſe eine größere Berührungsfläche darbot; nun drang auch das Gas leichter und ohne einen beſondern Druck überwinden zu müſſen, durch dieſe ſchwammige oder poröſe Maſſe. Nachher hat man ſtatt des Heues, Moos mit Kalk vermengt, angewendet.

Durch dieſes jetzt ziemlich allgemein verbreitete Mittel erſpart man Kalk, auch iſt die Reinigung des Gaſes beſſer. Um 10000 Kubikfuß Gas vollkommen zu reinigen, bedarf man ungefähr 1 Hectoliter Kalk. *)

663. Soll das Gas gut gewaſchen werden, ſo muß man die beiden Arbeiten von einander trennen; nämlich das Gas bei einer ſehr niedrigen Preſſung erzeugen und es in einem beſondern Gaſometer auffangen, nachdem es aus dem Kondenſätor kommt. Iſt dieſer Gaſometer voll, ſo läßt man es in den Waſchapparat und von da in den eigentlichen Gaſometer gehen.

Mittelſt einer Saugpumpe wird das Gas in den erſten und mittelſt einer Druckpumpe in den zweiten Gaſometer gebracht; auf dem Wege nach den zweiten Gaſometer muß es ſo viel Lagen Kalkmilch oder Kalkhydrat durchziehen, als man für nöthig erachtet. Im Hospital St. Louis zu Paris hat D'Arcet dieſe Methode ausgeführt. Die Pumpen ſaugen das Gas aus dem Kondenſator oder auch aus den Retorten ſelbſt.

Daſſelbe Syſtem hat man im Großen in dem Königl. Gaswerke (Usine française) in Paris ausgeführt, ſtatt der

---

*) In Frankreich verdankt man allerdings die Einführung dieſes Waſchapparats Berard, in England wurde er aber früher von Philipps angewendet, und zuerſt in den Gaswerken zu Exeter und Leeds, ſpäter in Southampton, Newport, Birmingham ꝛc. eingeführt. Die engliſchen Reinigungsapparate dieſer Art, ſind von den in Fig. 2. Tafel 16. angenebenen in ſo ferne verſchieden, als in jedem Gefäß von 3 1/2' Höhe 3 durchlochte Platten (r) in 8 bis 10" Entfernug über einander angebracht ſind. Auf jeder dieſer Platten liegt der mit Moos vermiſchte Kalk 5 bis 6" hoch. A. u. E.

Pumpen aber eine Archimediſche Schraube Fig. 9. welche durch eine Dampfmaſchine oder Pferde bewegt wird, angewendet. Man verhindert durch dieſe Vorrichtung den geringſten Druck in den Retorten, und das Gas im Gaſometer erhält die zum Ausſtrömen nöthige Preſſung. *)

664. Gaſometer. Es iſt ein in einem gefüllten Waſſerbottich umgeſtürztes Gefäß. Dieſer Bottich kann aus Holz ſeyn, wenn der Gaſometer klein iſt; leider aber ſind dieſe hölzernen Bottiche nicht waſſer- oder luftdicht, wenn ſie nicht immer voll erhalten werden können und ſind außerdem auch nicht ſtark genug, um der Waſſermaſſe die für Gaſometer zu Gasbeleuchtungen großer Städte erforderlich iſt, Widerſtand zu leiſten. Unterirdiſch gemauerte Reſervoirs hat man ſelbſt in den größten Dimenſionen zweckmäßiger gefunden. (Siehe Fig. 1). In Paris hat die Compagnie française einen von 100 Fuß Durchmeſſer und 50′ Tiefe gebaut. In England macht man dieſelben aus Gußeiſenplatten, die mittelſt Schrauben verbunden werden; ſie haben den Vortheil, daß ſie von allen Seiten unterſucht werden können, wenn ſie Waſſer fallen laſſen. (Fig. 2).

In Frankreich ſind dieſe jedoch minder vortheilhaft, weil das Gußeiſen theils theuer und dagegen die Mauerung wohlfeiler iſt.

665. Die Gaſometer werden aus Eiſenblech von 1 Linie Dicke zuſammengenietet. Um ſie gegen das Roſten zu ſchützen, muß man ſie in der Wärme mit heißem Theer überſtreichen und dieſe Arbeit alle Jahre wiederholen. Der Gaſometer iſt gewöhnlich ſo ſchwer, daß wenn man ihn nicht durch ein Gegengewicht ins Gleichgewicht brächte, ſo würde das hineintretende Gas eine ungemein große Preſſung zu überwinden haben, und weder die Kitte von den verſchiedenen Fugen noch die Retorten würden lange halten.

666. Die gewöhnliche Methode, die Gaſometer aufzuhängen, ergiebt ſich aus Fig. 2. Die Vorrichtung beſteht aus einer Kette, die über zwei bewegliche Rollen geht und

*) Außer den hier angegebenen Gasreinigungsmethoden hat Herr Palmer in der Königlichen Münze zu London auf das Verfahren, Gas durch eine rothwarme Retorte über feine Blechſchnitzel zu leiten, ein Patent erhalten. A. u. S.

an welche an dem einen Ende ſo viel Eiſengewicht angehangen iſt, daß der im Waſſer befindliche Gaſometer damit im Gleichgewicht erhalten wird. Sobald der Gaſometer aus dem Waſſer ſteigt, wird aber das Gleichgewicht aufgehoben; weil die Maſſe, welche aus dem Waſſer hervortritt, mehr als im Waſſer wiegt. Durch das zunehmende Gewicht der Eiſenkette, die auf der Seite, wo das Gegengewicht anhängt, immer länger, alſo ſchwerer wird, je höher der Gaſometer ſteigt, wird der Gleichgewichtszuſtand in jedem Augenblick immer wieder hergeſtellt.

Man ſieht leicht ein, daß die Kette ein Mittel darbietet, die Gewichtsabweichungen wieder aufzuheben. Steigt der Gaſometer aus dem Waſſer, ſo iſt die Zunahme des Drucks gleich dem Gewicht des Waſſers, was er verdrängt hatte, der zugleich aber wieder um ſo viel abnimmt, als der Theil der Kette wiegt, welcher horizontal geworden iſt. Andrerſeits aber iſt das Gegengewicht um ſo viel ſchwerer geworden, als das Gewicht der Kette beträgt, die über die zweite Rolle nunmehr herabhängt. Das Gleichgewicht wird nicht geſtört, wenn das Gewicht dieſer zwei Kettenſtücken gleich iſt dem Gewicht des Waſſers, welches der Gaſometer, als er im Waſſer ſtand, verdrängt hatte; d. h. das Gewicht eines Stücks Kette muß gleich ſeyn dem halben Gewicht des durch ein gleich hohes Gaſometerſtück, verdrängten Waſſers.

Man macht von dieſem Satze wirklich Anwendung. Dieſe Ketten ſind zwar ſehr ſchwer, aber doch bequem zum Gebrauch.

667. Dieſes einfache Mittel kann aber bei dem Gaſometer **Fig. 1.** nicht angewendet werden. Hier iſt das Reſervoir unter der Erde und man hat dabei den Druck vermeiden wollen, welchen die Unterſtützungsſäulen der Rollen, worüber die Ketten gehen, auf die Wand deſſelben ausüben; es iſt daher Alles ſo eingerichtet, daß dieſer Druck von dem Boden des Gefäßes aufgefangen wird. In der Mitte deſſelben erhebt ſich nämlich eine hohle gußeiſerne Säule, auf welcher oben die Rollen für die Ketten befeſtigt ſind, woran der Gaſometer hängt; der Spielraum für das Gegengewicht iſt das Innere der hohlen Säule. Es muß ſonach der Gaſometer beſonders geformt ſeyn. Deshalb iſt in der Mitte deſ-

ſelben eine Oeffnung, ein wenig größer als der Durchmeſſer der Säule, und die Ränder dieſer Oeffnung ſind ſorgfältig mit einem Blechrohre verbunden, welches die im Waſſer ſtehende gußeiſerne Säule umgiebt und mit dem Gaſometer gleiche Höhe hat. *)

Bei dieſer Einrichtung kann die Verlängerung der Kette im innern Cylinder nicht der ſenkrechten Erhebung des Gaſometers gleich ſeyn; der Unterſchied variirt hier nach dem Stande des Gaſometers: derſelbe iſt um ſo größer, je höher der Gaſometer ſteigt. Es muß daher die Kette an einem Ende ſchwerer als am andern ſeyn, wenn man beabſichtigt, durch dieſelbe das Übergewicht des Gaſometers, je höher es aus dem Waſſer ſteigt, zu compenſiren.

Dieſe Gaſometer ſind wohlfeiler als die erſten, weil man das theure Gerüſt fürs Gegengewicht erſpart, und weil man nicht nöthig hat, beſondere Vorrichtungen zu konſtruiren, um denſelben in ſenkrechter Richtung zu bewegen. Die ſenkrechte Säule allein iſt zu dieſem Zwecke hinreichend.

668. Um koſtſpielige Reſervoirs zu vermeiden, hat G e n g e m b r e einen Gaſometer, der gleich einem Futteral in Fernröhren in einander geſchoben werden kann, vorgeſchlagen, und dieſe Idee iſt in der Königl. Gashütte (usine royale) zu Paris ausgeführt worden. Dieſer Gaſometer iſt auf Taf. 16. Fig. 14. dargeſtellt. Er beſteht aus mehrern kurzen in einander ſteckenden Zylindern von geringerer Höhe, als die Tiefe des Reſervoirs, welche durch kleine Rinnchen und Haken mit einander verbunden werden. Die Rinnchen ſind mit Waſſer gefüllt und dieſes ſchließt die Luft ab vom Gaſometer. So wie der Gaſometer nach und nach fällt, ſondern ſich die Capſeln, doch kann die Sonderung der nächſten Capſel nicht eher erfolgen, als bis der untere Theil der erſten Capſel, welche fällt, völlig unter Waſſer ſteht.

---

*) Im Durchſchnitt hat der Gaſometer dann die in Tafel 17. Fig. 4. und 5. dargeſtellte Form.

(a) Gaſometerwände.

(b) Durchſchnitt des eingeſetzten Blechrohrs.

(c) hervorſtehende Ränder an der obern Öffnung, die in Fig. 2. eingebogen und an die Röhrenwand genietet ſind. A. u. C.

In denſelben Anſtalten hat man auch Gegengewichte aus Waſſer verſucht. Daſſelbe beſteht aus einem vollgefüllten Waſſerkaſten, der ſo viel wiegt, als der Gaſometer in freier Luft. In dem Maaße als der Gaſometer im Reſervoir ſinkt, verliert er Waſſer und dadurch wird das Gleichgewicht erhalten.

669. Röhrenleitungen. Die Röhrenſyſteme, durch welche man das Gas durch verſchiedene Arme und Zweige, vorzüglich bei Beleuchtung großer Städte, fortführt, müſſen einzeln betrachtet werden. Zum Fortleiten des Gaſes in Straſſen zieht man gut zuſammengefügte gußeiſerne Röhren vor, in Privathäuſern werden Röhren aus Blei angewendet. Man kann ſie indeß auch aus Kupfer, Weißblech oder Meſſingblech machen. Was ihre Dimenſionen betrifft, ſo kann man durch eine 6zöllige Röhre bei 1″ Waſſerpreſſung 6000 Kubikfuß in der Stunde fortbringen, wobei ein großer Verluſt an Geſchwindigkeit durch Friktion angenommen iſt.

670. Soll das Gas in einer großen Stadt umher geleitet und vertheilt werden, ſo iſt es am bequemſten, den Gasapparat in der Mitte der Stadt zu haben; dann können die Röhren, vermöge des kürzern Weges, von geringerer Länge und Weite ſeyn. Am öfteſten findet man die Gashütten außerhalb der Städte, gewiß weil die Bauplätze in den Vorſtädten wohlfeiler ſind. *)

Die Hauptröhren müſſen ſo weit ſeyn, daß ſie alles Gas, was in einer Nacht verbrannt wird, fortzuſchaffen im Stande ſind. Übrigens kann man die Anſchaffungskoſten für die Leitungsröhren ſehr vermindern, auch das Gas viel regelmäßiger fortführen, wenn man an verſchiedene Punkte in großen Städten Gaſometer, welche am Tage gefüllt werden, etablirt. Durch dieſes Verfahren gewinnt man an Zeit, welche nöthig iſt, das Gas aus dem Hauptgaſometer in die Nebengaſometer zu bringen; es kann ſich daher die Größe der Verbindungsröhren zwiſchen den Gaſometern, umgekehrt wie die Zeit verhalten, die man zum Fortleiten des Gaſes auf-

*) Wegen Feuersgefahr und des unvermeidlichen übeln Geruchs derſelben, erlaubt die Polizey ſelten, Gashütten mitten in die Städte zu verlegen. A. u. E.

wenden kann. Dieſe Verbindungsröhren zwiſchen den Gaſometern ſelbſt können mit beſondern Armen verſehen werden, zum Vertheilen des Gaſes auf dem Wege.

In Glasgow befolgt man ein ähnliches Syſtem. Das Gas wird in einem Etabliſſement außerhalb der Stadt erzeugt, woſelbſt ein Gaſometer von 25000 Kubikfuß Inhalt ſich befindet. In den verſchiedenen Stadtvierteln ſind noch drei ähnliche Gaſometer. Es iſt deshalb möglich, daſelbſt die Hauptröhren kleiner zu machen, als es nöthig ſeyn würde, wenn ſämmtliche Gaſometer alle an einem einzigen Punkte ſich befänden. *)

671. Schon oben wurde angegeben, daß das Gas bei einer Preſſung von ½ oder 1 Zoll Waſſer, ſehr gut brennt. Indeß ſind dieß nicht beſtimmte Gränzen und vielleicht ſelbſt nicht die zweckmäßigſten. Die Preſſung ſollte verſchieden ſeyn, wenn man aus dem Gaſometer Lampen, die bedeutend höher liegen als andere, verſorgen muß. Die Preſſung des Gaſometers muß eigentlich in umgekehrten Verhältniß ſtehen, mit dem auf jeder Lampe ſtatt findenden atmosphäriſchen Druck.

672. Die Röhren müſſen in den Straſſen tief genug gelegt werden, damit ſie nicht öftern oder ſchnellen Temperaturwechſel unterliegen, wodurch ſie ſich entweder zu ſchnell zuſammenziehen oder ausdehnen würden.

---

*) Unter den vielen Gashütten, welche ich zu ſehen Gelegenheit hatte, zeichnet ſich die zu Glasgow am vortheilhafteſten aus.

Sie ſteht unter der Leitung des thätigen und geſchickten Herrn Nelſon. Das Gas wird aus Kennelkohle bereitet. Es ſind 4 Gashäuſer daſelbſt, jedes mit 40 Retorten, die um eine gemeinſchaftliche Eſſe liegen.

Die Retorten ſind 5′ lang, 1 1/2″ ſtark in Eiſen, elliptiſch geformt, im Lichten 18″ breit und 10″ hoch. Die Retortenhälſe ſind an den Seiten angebracht.

Das kondenſirte Theer wird als Feuerungsmaterial benutzt.

Alle 4 Stunden werden die Retorten gefüllt und jedesmal 168 Pfund Steinkohlen eingeſetzt, woraus man 840 Cubikfuß Gas erhält.

Im Jahr 1826. wurden daſelbſt 76,861000 Cubikfuß Gas bereitet, dieſes wird in gußeiſernen Röhren von 10″ bis 3/4″ Durchmeſſer fortgeleitet. Die Länge der geſammten gußeiſernen Röhrentour fürs Gas beträgt in Glasgow 410800 Fuß. Alex.

Da ſie hermetiſch mit einander verbunden werden müſſen, ſo iſt bei dieſer Arbeit ſehr viel Sorgfalt nöthig.

Fig. 10 zeigt zwei mit einander verbundene Röhren. Die eine hat einen Kranz aa, welcher in das Schloß der andern Röhre paßt. Auf dem Boden dieſes Schloſſes liegt getheerter Hanf. Beide Röhrenenden haben kreisrunde Furchen; auch iſt jede mit 4 Oehren verſehen, durch welche die Schrauben gehen, wodurch der getheerte Hanf feſt zuſammen gepreßt wird; um die Oeffnung, welche beide Röhrenenden laſſen, wird rund herum Thon geklebt, oben eine Oeffnung hinein gemacht und geſchmolzenes Blei hineingegoſſen, daſſelbe füllt den Raum o,o, aus. Der Thon wird abgenommen und das Blei feſt zuſammen geſchlagen. Die bleiernen Gasröhren in Häuſern haben für 6 bis 8 Lampen ſelten über 6 und 9 Linien im Durchmeſſer; das Licht brennt jedoch gleichförmiger, wenn die Röhren größer ſind. Man giebt den Röhren bis 2″ Durchmeſſer, wenn 20 bis 30 Lampen mit Gas verſorgt werden ſollen.

673. Lampen. Iſt das Gas an den Ort, wo es verbrannt werden ſoll, angelangt, ſo tritt es entweder in eine einfache oder in eine Art Argandiſche Lampe.

Im erſten Falle endigt die Gasröhre in eine ſtumpf zu laufende Spitze, in welcher eine Öffnung zum Entweichen des Gaſes befindlich iſt. In einiger Entfernung von der Spitze iſt ein Hahn, welchen man öffnet, ſobald das Gas angezündet werden ſoll.

Zuweilen macht man ſtatt eines einfachen Loches einen feinen Schnitt, wodurch eine breitere Flamme erzeugt wird.

Dieſe Einrichtungen ſind jedoch nur bei Straſſenbeleuchtungen gebräuchlich, wo die Erſparniſſe am Glas für beſondere Glaszylinder größer ſind, als die Erſparniſſe am Gas. Wird das Gas aber zum Beleuchten der Häuſer angewendet, ſo iſt es vortheilhafter, eine ruhige Flamme zu haben, und es werden deshalb Glaszylinder angewendet.

Dieſe Lampen haben dann Ähnlichkeit mit argandiſchen Lampen. Das Leitungsrohr endigt mit einem Ringe, auf welchem ein durchlochtes Stahlplättchen gelegt iſt. (Fig. 15.)

Wir werden ſpäter ſehen, wie viel Öffnungen und von welcher Größe ſie ſeyn müſſen, auch werden wir den richtigen Durchmeſſer des Ringes und des Glaszylinders beſtimmen. (682.)

674. Wir wollen jetzt das Verfahren bei der Gaserzeugung im Allgemeinen betrachten.

Schon oben (611) haben wir angegeben, welche Steinkohlenarten zur Gaserzeugung geeignet ſind. Wir müſſen noch hinzufügen, daß Steinkohlen, welche viel Schwefelkies führen, nie angewendet werden ſollten, von welcher Beſchaffenheit ſie auch übrigens ſeyn mögen. Bei gleichartigen Steinkohlen ſind die ſchwefelkiesärmſten die vorzüglichſten; es iſt oft weit beſſer die waſſerſtoffarmen Steinkohlen zu dieſem Zweck anzuwenden, im Falle ſie weniger Schwefelkies enthalten, als waſſerſtoffreiche zu nehmen, welche dagegen viel Schwefelkies einſchließen. Bei der Deſtillation im Großen giebt

1 Kilogr.	Kennelkohle	320	Liter Gas.
1 —	gewöhnliche engl. Steinkohle	230	—
1 —	Steinkohlen aus Nordfrankreich	210	—

Dieſe Quantitäten ſind nach der Zeit und der Temperatur, die man zum Deſtilliren anwendet, verſchieden.

675. Um Gas zu erzeugen, werden zuerſt die Retorten rothwarm gemacht und dazu entweder Steinkohlen oder Koke verwendet. Hat die Retorte 15″ Durchmeſſer bei 5′ Länge, ſo kann man auf einmal 100 Kilogr. einſchütten. Man muß die Steinkohlen gleichförmig in der Retorte ausbreiten, auch muß hinlänglicher Raum vorhanden ſeyn, damit ſich die Koke aufblähen können. Der Retortendeckel wird dann eingelegt, nachdem man vorher die Ränder mit Erdkitt verſtrichen hat und jener dann mit einer Schraube ſcharf angepreßt.

Man unterhält eine angemeſſene Temperatur, während 6 Stunden. Iſt die Temperatur zu niedrig, ſo erzeugt ſich viel Theer und wenig Gas, iſt ſie ſehr hoch, ſo erhält man viel Gas, aber es iſt mit Waſſerſtoff oder auch Halbkohlenwaſſerſtoffgas (Sumpfluft) vermiſcht, welches zugleich ſehr leicht und ſchlecht leuchtend iſt.

Jederzeit bildet ſich übrigens Theer, welches ſich ſo wie ein Antheil Waſſer entweder in den Vorlagen oder Condenſator präcipitirt. Der Schwefelwaſſerſtoff und die Kohlenſäure aber werden vom Kalk abſorbirt und die verſchiedenen Kohlenwaſſerſtoffe, ſo wie das Kohlenoxydgas, gehen in den Gaſometer.

Iſt die Arbeit beendet, ſo wird die Schraube zurückgedreht und der Kitt vom Deckel losgeſchlagen.

Das Gas entweicht durch die Spalten, es wird angezündet, ſodann der Deckel abgenommen. Auf dieſe Weiſe wird die Detonation des Gaſes vermieden, die allemal ſtatt findet, wenn man den Deckel ſchnell abnimmt. Iſt die Retorte offen, ſo iſt dieſelbe von der Vorlage und den übrigen Apparaten abgeſchloſſen; die Koke werden mittelſt eines Hakens herausgezogen und auf der Erde ausgebreitet, damit ſie leicht verlöſchen. Die Retorten werden dann wieder gefüllt und die Deſtillation beginnt aufs neue.

Das Füllen und Ziehen einer Retorte darf über 2 und 3 Minuten Zeit nicht erfordern.

Ein Hektoliter Steinkohlen giebt 1,4 Hektol. Koke und erfordert 0,7 Hektol. Koke zum Deſtilliren, wenn die Arbeit nur 6 Stunden währt.

Das Gas und die übrigen Koke können verkauft werden. Das Theer wird ſelten angewendet; man kann Gas daraus bereiten, wenn man es in Retorten leitet, die mit angefeuchteten Koke gefüllt und bis zum Rothglühen erhitzt werden. Das Waſſer ,welches ſich zugleich mit dem Theer kondenſirt, iſt ammoniakaliſch, aber nicht genug, um es vortheilhaft benutzen zu können. Der Kalk, welcher zum Reinigen des Gaſes gedient hat, iſt ohne alle fernere Anwendung. *)

*) In vielen Gegenden Englands wird der Kalk, deſſen man ſich zum Reinigen des Gaſes bedient hat, nachdem er eine Zeit lang an der atmosphäriſchen Luft gelegen, wegen ſeines Gehalts an Ammoniak als Düngungsmittel verkauft.

In der chemiſchen Fabrik des Dr. Anderſon zu Edinburg, deſſen zuvorkommender Gefälligkeit ich vieles verdanke, wird das ammoniakaliſche Waſſer aus den Gaswerken zur Salmiak-Bereitung benutzt; das Steinkohlentheer wird daſelbſt in beſondern Keſſeln verſotten, dabei entwickelt ſich Naphta, welche man auffängt, nachher mit Waſſer und Schwe-

676. Beſtandtheile des Leuchtgaſes. Sie ſind nach Art der Maſſe, woraus ſie bereitet werden, und der Temperatur, bei der ſie ſich gebildet haben, verſchieden, auch bei Steinkohlengas verſchieden, nach der Zeit, die man zur Deſtillation angewendet hat.

Ölgas beſteht aus den vom Faraday entdeckten Kohlenwaſſerſtoffen (495), aus öhlbildendem Gas, Sumpfluft, Kohlenoxydgas, freiem Waſſerſtoff und ein wenig Stickſtoff. Die Dichtigkeit iſt verſchieden, und iſt bei gut bereitetem Gaſe der Luft gleich, oder wenigſtens = 0,8 bis 0,9. Aus folgender Tabelle erſieht man die Beſtandtheile vier verſchiedener Ölgasarten. No. 1 und No. 2 ſind bei der Rothglühhitze dargeſtellt, No. 3 bei der niedrigſten Temperatur, wobei man das Öl nur noch zerſetzen konnte. Dieſes Gas hatte Henry im Kleinen bereitet. No. 4 war aus der Anſtalt von Taylor in London, der das Gas aus Fiſchthran erzeugt.

Das von Chlor abſorbirte Gas iſt ein nicht näher beſtimmtes Gemiſch aus dampfförmigen Waſſerſtoffcarbüren (492—94) und Kohlenwaſſerſtoff (487).

No.	Dichtigkeit.	100 Raumtheile							
				Enthalten					
		Verzehrter Sauerſtoff.	Erzeugte Kohlenſäure.	Von Chlor abſorbirtes Gas.	Sumpfluft.	Kohlenoxyd.	Waſſerſtoff.	Stickſtoff.
1.	0,467	116	61	6	28,2	14,1	45,1	6,6
2.	0,590	178	100	19	32,4	12,2	32,4	4
3.	0,758	220	130	22,5	50,3	15,5	7,7	4
4.	0,906	260	158	38	46,5	9,5	3	3

felſäure verſetzt, nochmals deſtillirt und verkauft. Macintoſh in Glasgow kauft die Naphta, um Gummi Elaſticum aufzulöſen, womit er die ſogenannten luft- und waſſerdichten Kleider macht.

Das rückſtändige Pech wird zur Rußfabrikation benutzt. Mit dem Theer wird auch oft die Koke beſprengt, welche zur Feuerung in den Gaswerken dient, um ſie leicht entzündlich zu machen. Alex.

Beim erſten Anblick ſcheint es, als müßten die Dichtigkeiten und die Beſtandtheile verſchiedener Ölgaſe ſich gleich bleiben, weil die angewandte Maſſe dieſelbe iſt, und keine Abweichungen in den verſchiedenen Deſtillationsperioden Statt finden können, wie dieß dagegen bei der Steinkohlendeſtillation der Fall iſt. Aus obiger Tabelle erſieht man, daß die Dichtigkeit mit der Zuſammenſetzung im beſtimmten Zuſammenhange iſt, ſo daß man nach der Dichtigkeit die leuchtende Kraft des Gaſes beurtheilen kann. Auch folgt aus den von Chriſtiſon und Turner angeſtellten Verſuchen, daß die Dichtigkeiten der im Großen bereiteten Ölgaſe von 0,674 bis 1,110 abweichen können, am häufigſten aber variiren ſie von 0,8 bis 0,9.

Die Abweichungen hängen übrigens von der Temperatur ab, bei welcher die Zerſetzung geſchieht. Iſt ſie niedrig, ſo erzeugen ſich Waſſerſtoffcarbüre in größerer Menge, ſo wie Kohlenwaſſerſtoffgas.

Bei erhöhten Temperaturen bildet ſich vorwaltend Sumpfluft und freies Waſſerſtoffgas, wobei ſich Kohle in den Retorten präcipitirt und das Gas an leuchtender Kraft verliert.

Gas von 0,8 bis 0,9 ſpec. Gewicht enthält größtentheils 18 bis 20 pCt, Waſſerſtoffcarbüre.

677. Was das Steinkohlengas betrifft, ſo iſt daſſelbe ſehr verſchieden. Ohne auf Schwefelwaſſerſtoff oder Kohlenſäure, die damit vorkommen, Rückſicht zu nehmen, wollen wir in folgender Tabelle nur die Gaſe betrachten, welche von Kalk nicht abſorbirt werden. Übrigens enthält Steinkohlengas von mittlerer Güte 2 bis 3 pCt. Waſſerſtoffcarbüre.

No.	Dichtigkeit.	100 Raumtheile						
		Verzehrter Sauerſtoff.	Erzeugte Kohlenſäure.	Enthalten				
				Von Chlor abſorbirtes Gas.	Sumpfluft.	Kohlenoxydgas.	Waſſerſtoff.	Stickſtoff.
1.	0,650	217	128	13	82,5	3,2	0	1,3
2.	0,620	149	106	12	72	1,9	8,8	5,3
3.	0,630	196	108	12	58	12,3	16	1,7
4.	0,500	166	93	7	56	11	21,3	4,7
5.	0,345	78	30	0	20	10	60	10

Die in der Tabelle unter No. 1 bezeichneten Reſultate ſind die wichtigſten; ſie zeigen, daß das Gas ſchlechter wird, je länger der Deſtillationsprozeß währt. Alle oben in der Tabelle aufgeſtellten Werthe wurden aus derſelben Steinkohlenart (Kennelkohle) erhalten und zwar No. 1, 2 und 3 allmählig während der erſten Stunde des Deſtillationsprozeſſes, No. 4 aber erſt nach 5 Stunden und No. 5 erſt nach 10 Stunden. Vor der Analyſe wurden die Gaſe von Schwefelwaſſerſtoff und Kohlenſäure mittelſt Kaliſolution befreit.

Man ſieht ferner, daß das ſpecifiſche Gewicht des beſten Steinkohlengaſes nicht über 0,6 betragen kann; dieſes iſt aber das ſpecifiſche Gewicht des ſchlechteſten Ölgaſes. Würde man das Gas aus dem Gaſometer ſelbſt, nachdem der Deſtillationsprozeß beendigt iſt, unterſuchen, ſo würde das wirkliche ſpecifiſche Gewicht zwiſchen 0,4 bis 0,5 liegen. Wir ſehen übrigens auch aus dieſer Tabelle, daß man aus dem ſpecifiſchen Gewichte auf den Gehalt an Kohlenwaſſerſtoffgas ꝛc. bei Steinkohlengas, ſo gut wie bei Ölgas ſchließen kann; weshalb man die Güte des Steinkohlengaſes auch aus deſſen ſpecifiſchen Gewichte beurtheilen kann.

678. Die Dichtigkeit des Steinkohlengaſes variirt bekanntlich im Gaſometer von 0,4 bis 0,65. Dieſes giebt zu einigen Unterſuchungen Anlaß, die auf Ölgas nicht anwendbar ſind.

Bei Ölgas iſt es nämlich erwieſen, daß es vortheilhaft iſt, dichtes Gas zu erzeugen, ſelbſt wenn man an Volumen

verlieren ſollte. Die Leuchtkraft des dichten Oelgaſes nimmt nämlich in einem ſolchen Verhältniß zu, daß bei dichterm Gaſe es ſich die Abnehmer gern gefallen laſſen werden, wenn man den Durchmeſſer der Lampen verringert, weil ſie an Licht dadurch nicht verlieren.

Bei Steinkohlengas iſt es anders. Man muß wiſſen ob es vortheilhafter iſt, den Deſtillationsprozeß zu verlängern, oder ob es rathſamer iſt, ihn nur ſo lange als ſich noch gutes Gas entwickelt, alſo nur 6 Stunden zu unterhalten und dieſes hängt ganz davon ab, ob man die Koke leicht und mit Vortheil wieder abſetzen kann.

Es muß daher erſt für jedes Lokale der Verkaufspreis des Gaſes und der der Koke bekannt ſeyn, und daraus ergiebt ſich bald, ob es beſſer iſt, die Koke, welche in der 2ten oder 3ten Stunde erſt bei fortgeſetzter Deſtillation verbrannt werden, oder das Gas, welches ſich während dieſer Zeit noch entwickelt, zu verkaufen. Wo man das Gas theuer und die Koke wohlfeil verkauft, wie in England, iſt es beſſer, länger zu deſtilliren, wo aber, wie in Paris, das Gas wohlfeil verkauft wird und die Koke theuer, iſt es beſſer, den Deſtillationsprozeß zu verkürzen.

679. Die Analyſe des Leuchtgaſes erfordert zuſammengeſetzte Rechnungen, die ſpäter im Allgemeinen aus einander geſetzt werden ſollen.

Wenn es auch im Allgemeinen wahr iſt, daß die dichteſten Gaſe die beſten ſind, ſo iſt dieſe Regel doch nicht ganz zuverläſſig, ſelbſt bei Gaſen gleicher Entſtehung. Am allerwenigſten aber anwendbar bei Gaſen aus verſchiedenen Subſtanzen.

680. Leuchtkraft. Dieſe wird auf die bekannte Weiſe aus der Vergleichung der Schatten beſtimmt. Wir wollen hier Steinkohlen und Oelgas mit einander, ſodann mit andern künſtlichen Lichtern vergleichen.

Das Oelgas leuchtet ohnſtreitig beſſer als Oel, aber die Abweichungen, die man gefunden haben will, ſind gänzlich von einander verſchieden. Wird die Leuchtkraft des Steinkohlengaſes als Einheit angenommen, ſo ſoll die des Ölgaſes $= 2, 2\frac{1}{2}, 3$ ſelbſt bis 4 betragen. Dieſe großen Un-

terſchiede können aber auch durch die Art des Verbrennens hervorgebracht worden ſeyn, wie wir weiter unten ſehen werden.

Chriſtiſon und Turner ſchätzen nach ihren eigenen Verſuchen, daß die Leuchtkraft beider Gaſe, angenommen, daß das Verbrennen derſelben unter den vortheilhafteſten Bedingungen geſchieht, ſich zu einander verhalten, wie folgt:

	Steinkohlengas.	Oelgas.	Verhältniß der Leuchtkraft.
Dichtigkeit	. . 0,659	. . 0,818	. . 100:140
—	. . 0,578	. . 0,910	. . 100:225
—	. . 0,605	. . 1,110	. . 100:250

Sie nehmen an, daß das Verhältniß von 1:4 ſtatt finden würde, wenn die Dichtigkeit des Oelgaſes = 1,1 und die des Steinkohlengaſes nur 0,4 wäre. Man ſieht aus dieſen Reſultaten, daß beide Gaſe nach ihren jedesmaligen Eigenſchaften ſich zu einander im Durchſchnitt von 1:2 und 1:4 verhalten können. Da es aber ſelten iſt, Steinkohlengas von der in der Tabelle angeführten Dichtigkeit zu erhalten, ſo vergleichen wir in folgenden die Leuchtkraft des Oelgaſes, mit der von Steinkohlengas mittlerer Güte.

	Steinkohlengas.	Oelgas.	Verhältniß der Leuchtkraft.
Dichtigkeit	. . 0,407	. . 0,940	. . 100:354
—	. . 0,429	. . 0,965	. . 100:356

Dieſes ſind wahrſcheinlich Zahlenwerthe, die ſich am beſten auf die Arbeit im Großen anwenden laſſen, ſobald man ſich der gewöhnlichen fetten Steinkohle und nicht der Kennelkohle bedient. Die Kennelkohle giebt ein Gas von größerer Dichtigkeit.

Die beſte Methode, zwei Gaſe mit einander zu vergleichen, iſt: wenn man das eine ſo hell wie das andere brennen läßt und den Gasverbrauch für dieſe Zeit beſtimmt. Die Leuchtkraft ſteht dann im umgekehrten Verhältniß zum konſumirten Gas.

681. Wird Öl- oder Steinkohlengas mit einer Öllampe verglichen, ſo erhält man folgende Reſultate. Es iſt

angenommen, daß das Öl in einer Carcel'ſchen Lampe brennt, und daß in dieſen drei Fällen das Licht gleich ſtark iſt.

Dauer der Beleuchtung.		Aufgang.
1 Stunde	. . .	42 Gr. Öle.
1 —	. . .	106 bis 110 Liter Steinkohlengas.
1 —	. . .	28 — 30 — Oelgas.

Später werden wir dieſe drei Beleuchtungsmethoden mit den andern vergleichen. Wir begnügen uns hier zu bemerken, daß, wenn der Gasaufgang für eine gewöhnliche Lampe gleich iſt 138 Liter Steinkohlen und 38 Liter Oelgas, ſo ſtehen die Leuchtkräfte zu den einer Carcel'ſchen Lampe, die 42 Gr. Oel verbrennt, in dem Verhältniß von 100:127, alſo um ohngefähr ¼ höher.

Das Licht einer ähnlichen Gaslampe iſt gleich 12 Lichtern, 6 aufs Pfund oder 9 Wachskerzen, 5 aufs Pfund.

682. Geſtalt und Stellung der Gasleuchter oder Lampen (Becs). Alles was dieſen wichtigen Gegenſtand betrifft, ſollte nach den wichtigen Beobachtungen Davy's über die Natur der Flamme berechnet werden. Man hat ſehr oft bezweifelt, daß ein bis zur Rotglühhitze erwärmtes Gas, leuchtend werden könne, aber die Waſſerſtoffflamme, obgleich ſie nur ſchwach leuchtet, und die des Kohlenoxydgaſes beweiſen das Gegentheil. Es iſt übrigens ausgemacht, daß ein reines Gas gewöhnlich beim Verbrennen ein außerordentlich ſchwaches Licht entwickelt.

Es iſt daher nöthig die Quelle der Leuchtkräfte der Gaſe aufzuſuchen, und man findet ſie in einem zufälligen Phänomen bey allen den Gaſen, die eine große leuchtende Kraft beſitzen. Gewiße Gaſe erzeugen nämlich beim Verbrennen feſte Körper, andere zerſetzen ſich in der Rothglühhitze und laſſen einen feſten Körper als Rückſtand. Werden dieſe feſten Körper erhitzt, ſo ſtrahlen ſie eine große Menge Licht aus, ſo lange als ſie die feſte Form nicht verloren haben.

683. Man kann dieſes vielfach nachweiſen. Wir wollen zu dieſem Zweck vorher die Leuchtkräfte verſchiedener Gaſe vergleichen. Phosphorwaſſerſtoff, Kohlenwaſſerſtoff ſtehen oben an, ſodann folgt Sumpfluft, Cyanogen, Kohlen-

oxydgas und Waſſerſtoffgas. Letzteres giebt beim Verbrennen kein feſtes Produkt, während Phosphorwaſſerſtoff, Phosphorſäure erzeugt, welche ſich präcipitirt und ſchnell bis zum Rothglühen erhitzt wird. Kohlenwaſſerſtoff und alle hierzu gehörigen Verbindungen werden bei erhöhter Temperatur in Kohle und Waſſerſtoff oder Sumpfluft zerſetzt. Die ſich niederſchlagende Kohle leuchtet, aber in dem Maaße als ſie verbrennt, verliert die Flamme an Leuchtkraft. Dieſen Kohlenniederſchlag kann man durch ein ſehr leichtes Experiment nachweiſen. Hält man nämlich ein Drahtnetz mitten in eine Licht- oder Gasflamme, ſo zeigt ſich ein dicker ſchwarzer Rauch über dieſem Netz; dagegen bemerkt man nur wenig oder gar keinen Rauch, wenn die Flamme an der Baſis, wo ſie blau brennt, mit dem Metallgewebe durchſchnitten wird. An der Baſis einer gewöhnlichen Flamme verbrennt demnach eine Portion Gas oder Dämpfe, die ſie erzeugt; es findet aber auch zugleich eine theilweiſe Zerſetzung dieſes Gaſes oder dieſer Dämpfe ſtatt. Nach der Mitte zu wird die Verbrennung fortgeſetzt, und die Zerſetzung geſchieht vollkommen; es präzipitirt ſich Kohle und das Licht wird ſehr lebhaft. An der Spitze verbrennt die Kohle und der Überreſt des Gaſes vollſtändig und das Licht wird ſchwächer.

Sollte man über die Wirkung feſter Körper beim Verbrennen noch einigen Zweifel hegen, ſo darf man nur, um ſie zu beſeitigen, ein Stückchen Platin oder eine Amianthfaſer in eine reine Waſſerſtoffflamme halten. Dieſe Körper werden in dieſer, an und für ſich kaum ſichtbaren Flamme blendend weiß.

634. Dieſen verſchiedenen Reſultaten zu Folge, iſt es klar, daß bei der gewöhnlichen Beleuchtung die Leuchtkraft der Flamme einem Kohlenniederſchlag zugeſchrieben werden muß, der in Folge der Zerſetzung des Gaſes oder der Dämpfe, welche erzeugt werden, entſtand. Die Leuchtkraft der Flamme kann aber nur verſtärkt werden, je höher die Temperatur iſt, welcher man die Kohlen ausſetzt; ſonach muß das Gemiſch, welches verbrennt, Waſſerſtoff genug halten, denn dieſer allein entwickelt beim Verbrennen die erhöhte Temperatur, welche nöthig iſt, um die Kohle weißglühend

zu machen, angenommen, daß die Verbrennung im Kleinen mittelſt der atmosphäriſchen Luft geſchieht.

Was die Verhältniſſe der Flamme zur Luft betrifft, ſo iſt es erwieſen, daß Luft in hinreichender Menge vorhanden ſeyn muß, wenn die Verbrennung vollſtändig erfolgen ſoll, und daß ein Übermaaß ſchädlich iſt, entweder weil die Flamme abgekühlt wird, oder weil die vollkommne Verbrennung zu ſchnell erfolgt.

Bei zu wenig Luftzutritt erfolgt eine blos unvollkommne Verbrennung und eine Temperaturerniedrigung, dieſes vermindert die Leuchtkraft der Flamme und giebt zur Entſtehung von Rauch Veranlaſſung.

Das Maximum der Leuchtkraft einer Flamme findet daher gewiß dann Statt, wenn ſie nahe daran iſt, Rauch zu entwickeln; das Licht nimmt ab, ſobald dieſer Temperaturgrad ſteigt oder ſinkt.

Doch iſt es kaum zu vermeiden, daß man nicht in einen oder den andern dieſer Fehler verfällt; denn wenn es einerſeits nöthig iſt, daß die Kohle ſich niederſchlägt, ſo iſt es andrerſeits auch nöthig, daß ſie ſchnell und vollkommen verbrenne, um die Temperatur der Flamme zu erhöhen. Da die Mittel, welche den Niederſchlag befördern, die Verbrennung ſtören und dagegen die, welche ein lebhaftes Verbrennen bewirken, verhindern, daß ſich Kohlen niederſchlagen, ſo kann dieſer Gegenſtand nur durch genaue Experimente näher erörtert werden.

Was das Gas betrifft, ſo haben folgende drei Umſtände vorzüglich Einfluß auf die Intenſität der Flamme. Die Form und Dimenſionen der Flamme ſelbſt, die Einrichtung der Lampe und die Geſtalt des darauf befindlichen Aufſatzes oder Zylinders. Wir wollen dieſe Punkte betrachten nach den Verſuchen von Turner und Chriſtiſon.

685. Der weſentlichſte Punkt bei der Flamme iſt deren Länge. Sie hat den größten Einfluß auf die Leuchtkraft, und letztere nimmt in einem größern Verhältniß zu, als der Aufwand an Gas. Dieſes beweiſen folgende Reſultate, welche man mit einer einfachen Lampe bei Steinkohlengas erhalten hat:

	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.
Länge der Flamme . .	2	3	4	5	6
Erhaltenes Licht . . .	55,6	100	150,6	197,8	247,4
Verzehrtes Gas . . .	60,5	101,4	126,3	143,7	182,2
Für denſelben Gasaufgang erhält man an Licht	100	109	131	150	150

Daraus folgt, daß mit derſelben Quantität Steinkohlengas Licht erzeugt werden kann, deſſen Stärke ſich wie 2:3 verhält, wenn man die Flamme von 2 bis auf 5 Zoll verlängert. Über 5 Zoll gewinnt man aber nichts mehr.

Mit einer einfachen Ölgaslampe ſind die Reſultate dieſelben:

	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.
Länge der Flamme . .	1	2	3	4	5
Licht	22	63,7	96,5	141	178
Aufgang an Gas . .	33,1	78,5	90	118	153
Für denſelben Gasaufgang erhält man an Licht	100	122	159	181	174

Die Lichtzunahme iſt auch hier im Verhältniß, wie 2 zu 3 bei einer zwei und vierzölligen Flamme, aber über 4 Zoll iſt bei Ölgas nichts mehr zu gewinnen.

686. Das, was bei einer einfachen Lampe geſchieht, wiederholt ſich bei einer Argand'ſchen. Man findet den Beweis in folgenden Reſultaten, welche bei einer Lampe mit 5 Öffnungen und Steinkohlengas von 0,605 ſpez. Gewicht erhalten wurden.

	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.
Höhe der Flamme .	½	1	2	3	4	5
Licht	18,4	92,5	260	309	332	426
Aufgang	83,7	148	203	241	265	318
Erhaltenes Licht für denſelben Gasaufwand	100	282	560	582	582	604

Sonach iſt die Lichtmenge ſechsfach, wenn anſtatt einer halbzölligen Flamme, man Gas mit 3 oder 4″ langer Flamme brennt. Iſt die Flamme länger als 5 Zoll, ſo bietet ſie nur einen unbedeutenden Vortheil dar.

Dieſelben Reſultate erhält man bei Ölgas. Das Gas wog 0,610 und die angewandte Lampe hatte 15 Löcher.

	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.
Höhe der Flamme . . .	½	1	1½	2	2½
Licht	31,4	153	241	377	435
Aufgang	97,4	173	216	255	288
Für denſelben Gasaufgang erhielt man an Licht .	100	276	317	460	472

Weil die Flamme über 2½ Zoll Länge anfing zu rauchen, konnte man ſie nicht mehr verlängern.

687. Dieſe einfachen Thatſachen erklären ſich jedoch nach den oben aufgeſtellten Prinzipien leicht. Vermehrt man die Länge einer einfachen Gasflamme, ſo erweitert ſich dieſelbe nothwendigerweiſe und nachher bietet ſich, im Verhältniß zum Gasvolumen, eine geringere Berührungsfläche mit der atmosphäriſchen Luft dar. Iſt in den argandiſchen Lampen die Flamme kurz, ſo iſt der Luftzug ſtark genug, um eine vollkommne Verbrennung zu bewirken, ehe der Kohlenniederſchlag entſtehen kann.

Für eine Gaslampe von gegebenen Dimenſionen giebt eine gewiſſe Flammenlänge das Maximum von Licht, und dieſe Länge darf nicht verändert werden, wenn zu gleicher Zeit nicht auch der Luftzutritt verändert wird.

Man könnte übrigens mit dem Hahne, welcher zum Abſchließen des Gaſes dient, eine Platte verbinden, welche die Öffnung für den Luftzutritt entweder erweiterte oder verengte, ſo daß, wenn man den Hahn öffnen oder ſchließen wollte, man das Licht vermehrte oder verminderte.

688. Der Durchmeſſer der Öffnungen, durch welche das Gas entweicht, verdient auch eine ſorgfältige Berückſichtigung, und es können für Öl und Steinkohlengas die Durchmeſſer der Öffnungen nicht gleich ſeyn; auch iſt für beide Gaſe zu berückſichtigen, daß wenn die Lampe eine einfache iſt, die Temperatur niedriger ſeyn wird, als bei einer mit mehrern Oeffnungen, ſo daß eine einfache Oeffnung größer ſeyn muß, um denſelben Effekt hervorzubringen.

Chriſtiſon und Turner nehmen an, daß für Steinkohlengas in einer einfachen Lampe die Oeffnung $\frac{1}{28}$ Zoll im

Durchmeſſer haben muß. Bei Oelgas von 0,944 Dichtigkeit muß die Oeffnung nicht weiter als $\frac{1}{45}$ Zoll ſeyn. Wird der Durchmeſſer vermindert, ſo verliert man an Licht, außerdem hat die Lampe das Unangenehme, daß ſie bei der geringſten Einwirkung der Luft verliſcht.

Bei argandiſchen Lampen müſſen die Oeffnungen nicht allein mit der Qualität des Gaſes, ſondern auch mit der Anzahl der Oeffnungen ſich verengen. Der Verluſt iſt übrigens bei zu engen Oeffnungen größer als bei zu weiten, wie ſich aus folgenden Reſultaten ergiebt.

Die Oeffnungen waren in einem Kreis von $\frac{6}{10}''$ Durchmeſſer angebracht:

Art des Gaſes.	Dichtigkeit des Gaſes.	Anzahl der Öffnungen.	Durchmeſſer der Öffnungen in Bruchszollen.	Erzeugtes Licht.
Steinkohlengas	0,600.	10.	$\frac{1}{32}$	Maximum.
Oelgas . .	0,900.	15.	$\frac{1}{50}$	desgl.
— . .	0,680.	15.	$\frac{1}{40}$	desgl.
— . .	desgl.	15.	$\frac{1}{30}$	$\frac{6}{100}$ Verluſt.
— . .	desgl.	15.	$\frac{1}{50}$	$\frac{18}{100}$ — —
— . .	desgl.	15.	$\frac{1}{60}$	$\frac{59}{100}$ — —
— . .	0,778.	15.	$\frac{1}{40}$	Maximum.
— . .	desgl.	15.	$\frac{1}{50}$	$\frac{11}{100}$ Verluſt.
— . .	desgl.	15.	$\frac{1}{60}$	$\frac{20}{100}$ — —

Vorzugsweiſe muß bei argandiſchen Lampen darauf geſehen werden, daß alle Oeffnungen gleichen Durchmeſſer haben; finden ſich zu weite Oeffnungen, ſo entſteht Rauch, während die engen gerade hinlänglich Gas geben; werden die großen Oeffnungen verengt, ſo geben die kleinen zu wenig Gas. Davon kann man ſich bei einer gewöhnlichen Lampe überzeugen, wenn man den Docht anſtatt horizontal, ſchräg abſchneidet.

689. Die Entfernung der Löcher iſt auch ein Punkt von hoher Wichtigkeit bei argandiſchen Lampen. Wenn die Flammen ſich vereinigen, nimmt die Leuchtkraft in einem größern Verhältniß zu, als der Gasaufgang.

Vergleicht man die Leuchtkraft einer einfachen Lampe mit der einer argandiſchen, ſo findet man unter den günſtigſten Umſtänden das Verhältniß von 100:150, ſowohl bei Steinkohlen- als auch bei Oelgas; doch kann dieſes vortheil-

hafte Verhältniß nur erhalten werden, wenn die Öffnungen einander ſo nahe ſtehen, daß ſich die Flammen vereinigen können.

Folgendes ſind die erhaltenen Reſultate mit Lampen von $\frac{6}{10}$'' und mit Löchern von $\frac{1}{50}$ Zoll Durchmeſſer. Jede einzelne Flamme gab das Maximum Licht.

Lampe mit	8 Löch.	10 Löch.	15 Löch.	20 Löch.	25 Löch.
Licht . . .	360.	360.	371.	409.	382
Aufgang . .	367.	318.	296.	289.	275.
Erhaltenes Licht für denſelben Gasaufgang	98.	113.	132.	141.	139.

Sonach iſt die vortheilhafteſte Entfernung der Oeffnungen von $\frac{1}{50}$'' Durchmeſſer $\frac{8}{100}$ Zoll; unter dieſen Umſtänden bildet die Flamme, ſie mag auch noch ſo kurz ſeyn, einen Ring, in welchen man die einzelnen Flammen nicht unterſcheiden kann. Dieſe Erfahrung kann man als eine praktiſche Regel bei der Konſtruktion der Gaslampen anſehen. Da aber bei einer öffentlichen Gasbeleuchtung die Preſſung unaufhörlich variirt, ſo muß, um Rauch zu vermeiden, der bei einem größern Gasaufgang bei zu nahe gelegenen Oeffnungen entſtehen würde, die Entfernung von Oeffnung zu Oeffnung $\frac{12}{100}$ Zoll betragen. Überhaupt verbrennt man bei öffentlichen Gasbeleuchtungsanſtalten immer etwas Gas ohne Nutzen, aus den bereits angeführten Gründen.

690. Brennt man Steinkohlengas, ſo ſind die Oeffnungen von $\frac{1}{32}$ Zoll Durchmeſſer bei 16 bis $\frac{18}{100}$ Zoll Entfernung von einander die vortheilhafteſten.

691. Die Anzahl der Löcher in einer Lampe beſtimmt den Durchmeſſer der Lampe; weil wir die Entfernung der der Oeffnungen unter ſich kennen; bei Oelgas würde man bei Oeffnungen von $\frac{1}{50}$ Zoll Durchmeſſer und $\frac{12}{100}$ Entfernung von einander den Lampen folgende Durchmeſſer geben müſſen:

Anzahl der Öffnungen.	Durchmeſſer der Lampe.
10	$\frac{4}{10}$.
15	$\frac{6}{10}$.
20	$\frac{8}{10}$.
25	1''.

Wird bei Steinkohlengas der Durchmeſſer der Oeffnun-

gen zu $\frac{1}{32}$ Zoll und die Entfernung der Oeffnungen unter ſich $\frac{16}{100}$ Zoll angenommen, ſo hat man für:

Anzahl der Öffnungen.	Durchmeſſer der Lampen.
6	$\frac{3}{10}$ Zoll.
10	$\frac{5}{10}$ —
15	$\frac{8}{10}$ —
20	1 Zoll.

Die Höhe der Dille kann 1½ bis 2″ betragen, und die Stärke ohngefähr $\frac{1}{10}$ Zoll.

692. Der Glaszylinder auf den Lampen hat bei Gas weniger Einfluß als bei Oel. Die Wahl derſelben, die mit Überlegung geſchehen muß, beſtimmt ſich nach einer ſehr einfachen Methode. Der Glaszylinder befördert, indem der Luftzug dadurch vergrößert wird, das Verbrennen, iſt außerdem aber auch Urſache, daß die Flamme ruhiger brennt; es iſt übrigens erwieſen, daß wenn die offne Flamme ohne Rauch brennt, der Glaszylinder das Licht der Lampe nicht vermehrt. Der Glaszylinder iſt ſonach nur nützlich, wenn er nöthig wird, nämlich wenn die Anzahl oder Entfernung der Oeffnungen oder der Durchmeſſer der innern Oeffnung für den Luftzutritt ſo eingerichtet iſt, daß ein ſtärkerer Zug vortheilhaft ſeyn kann. Wenn man durch die Verbindung der verſchiedenen Theile dahin gekommen iſt, eine vollkommne Gasverbrennung zu erzeugen, muß der Cylinder ſehr weit ſeyn, damit er keinen Einfluß auf den Luftzug äuſſert.

Ein geringerer Durchmeſſer des Zylinders würde nachtheilig ſeyn und dadurch der Kohlenniederſchlag vermindert werden, der vorzüglich die Stärke des Lichts beſtimmt.

Man kann hiernach auch die Vortheile des von Bourguignon erfundenen Apparats erklären. (Fig. 16. Taf. 16.)

Derſelbe beſteht aus einem über die Gaslampe geſtellten Trichter, welcher mit einem Rohre verbunden iſt, welches 2 bis 3 Fuß unter die Flamme geſchlängelt herabläuft. Die Luft, welche durch die Lampe gezogen iſt, tritt in dieſe gekrümmte Röhre und muß in entgegengeſetzter Richtung vom natürlichen Zuge fortſtreichen; hierdurch verliert ſie an Geſchwindigkeit, und die Lebhaftigkeit des Verbrennens nimmt deshalb ab. Es iſt klar, daß dieſes eine ſehr unbequeme Art

iſt, einen Fehler in der Conſtruktion der Lampe zu verbeſſern, und daß es viel bequemer ſeyn würde, den Luftzug zu vermindern, entweder durch Verengung der Luftöffnung unterhalb der Lampe, oder durch Verengung des Zylinders oberhalb der Flamme.

Der Apparat von Bourguignon kann daher niemals nützlich ſeyn, wenn man die Lampen ſorgfältig konſtruirt hat, und er hat blos in ſofern Intereſſe, als man damit die Lampen unterſuchen kann. Gut konſtruirte Lampen werden rauchen, wenn man ſie damit verbindet, nur ſchlecht eingerichtete leuchten dagegen beſſer, worunter vorzüglich die gerechnet werden müſſen, welche offen eben ſo gut als im Glaszylinder brennen, und wo man einen weiten Zylinder anwendet, damit der Zug nicht zu ſehr beſchleunigt werde.

693. Man findet in folgender Tabelle die verſchiedenen Dimenſionen, welche das Maximum Licht für jede Lampe geben; es muß jedoch bemerkt werden, daß im Verhältniß als die Anzahl der Löcher zunimmt, die Erſparniß und die Leuchtkraft der Flammen größer wird.

Die Geſammtmaſſe des Lichts iſt dieſelbe, aber die erſte Flamme in der Tabelle hat zweimal mehr Oberfläche als die letzte, d. h. bei gleicher Oberfläche giebt dieſe zweimal mehr Licht als die andern.

Anzahl der Öffnungen.	Durchmeſſer des Glaſes.	Höhe der Flamme.	Farbe der Flamme.
8 bis 10.	$\frac{15}{10}$ Zoll.	4 Zoll.	flatternd u. blau geſtreift.
15	$\frac{13}{10}$ —	$3\frac{1}{2}$ —	ruhig, einfach, ſtark weißglänzend.
20	$\frac{12}{10}$ —	$2\frac{1}{4}$ —	
25	1 Zoll.	2 Zoll.	am ſchönſten.

Der Glaszylinder war bei jedem 6 Zoll hoch.

Es iſt unangenehm, daß man dieſen Bedingungen nur bei Verſuchen im Kleinen genügen kann. Die geringſten Abweichungen im Luftzuge oder in der Flamme verurſachen bei 20 und 25 Oeffnungen Rauch. Ein Etabliſſement, was Gas zum allgemeinen Gebrauche liefert, ſollte deshalb den Lampen von $\frac{6}{10}$ Zoll Durchmeſſer nicht mehr als 15 Oeffnungen geben.

Was den Durchmeſſer der Glaszylinder betrifft, ſo nehmen Turner und Chriſtiſon mit Rückſicht auf alle Verſuche an, daß für Zylinder von 6″ Höhe, dieſelben für Lam-

pen von $\frac{3}{8}$, $\frac{5}{10}$, $\frac{6}{10}$, und $\frac{9}{10}$″ Durchmeſſer, $\frac{8}{10}$, $\frac{12}{10}$, $\frac{13}{10}$ und $\frac{15}{10}$″ weit ſeyn müſſen.

694. **Betrachtung der ökonomiſchen Vortheile der Gasbeleuchtung.**

Dieſer Gegenſtand erfordert, ſeiner complicirten Natur wegen, eine mehrſeitige Beleuchtung und Unterſuchung. Folgende Fragen kommen zuvörderſt dabei in Betracht:

1.) Iſt die Steinkohlengasbeleuchtung der Oelbeleuchtung vorzuziehen?

2.) Iſt die Oelgasbeleuchtung der Oelbeleuchtung vorzuziehen und

3.) Iſt die Steinkohlengasbeleuchtung der Oelgasbeleuchtung vorzuziehen?

Ohne darauf Anſpruch zu machen, eine entſcheidende und für alle Fälle paſſende Antwort geben zu wollen, ſo wird man doch aus dem Frühern ſchon in den Stand geſetzt, dieſe Fragen im Allgemeinen richtig beantworten zu können.

In Betreff der erſten Frage muß man große und kleine Anſtalten unterſcheiden; es muß der Preis der Steinkohlen und der Koke in Rechnung gebracht und berückſichtigt werden, ob letztere leicht abzuſetzen ſind.

695. Wir wollen hier Berechnungen von zwei Anſtalten mittheilen, und einige Bemerkungen beifügen.

Berechnung des Ertrags der Steinkohlengasbeleuchtung in der Königlichen Gashütte (usine royale) zu Paris.

Bei 2400 Lampen.

Ausgaben.

Anlagskapital 1,200,000 Fr. Intereſſen dafür 5 pCt. jährlich	60,000 Fr.	340,053 Fr.
Steinkohlen, 2,295,000 Kilogr. à 4 Fr. 40 Ct. das Hektol. von 80 Kilogr.	126,222 —	
Brenn-Material 20,081 Hektol. à 2 Fr. 85 Ct.	57,230 — 80 Ct.	
Arbeitslohn	50,000 —	
Generalkoſten { Adminiſt. . 25000 F. 20 C. Allg. Ausg. 20000 F. . . }	45,000 — 20 Ct.	

Einnahmen.

Licht, 2400 Lampen á 93 Fr. 90 Ct. jährlich . . .	225,360 Fr.	344,632 Fr.
Koke 40161 Hektol. á 2 Fr. 85 Ct.	114,461 — 60 Ct.	
Verkäufliche Retorten, als altes Eiſen	3,600 — 40 —	
Theer	1,200 —	

Nach Abzug der Intereſſen alſo 4579 Fr. Überſchuß.

Rechnet man die Zinſen fürs Anlagskapital höher, wie es für alle Hütten der Art ſeyn ſollte, ſo ändert ſich der Überſchuß. Nimmt man nur den ſehr mäßigen Satz von 8 pCt. an, ſo hat man 376000 Fr. Ausgaben.

344000 Fr. Einnahmen.

alſo 32000 Fr. Verluſt.

So verhält es ſich wahrſcheinlich mit allen Anſtalten dieſer Art in Paris. Sobald ſie nur 5 pCt. tragen, entſteht künftig, wenn man genöthigt iſt, große Reparaturen vorzunehmen, ein wirklicher Verluſt.

Berechnung des Ertrags der Gasbeleuchtung im Hoſpital St. Louis zu Paris. 320 Lampen.

Ausgaben.

2000 Hektol. Steinkohlen von St. Etienne zum Deſtilliren á 4 Fr. 67 Ct.	9340 Fr.
1121 Hektol. Steinkohlen als Brennmaterial von Creuſot á 4 Fr. 20 Ct.	4708 —
2 Arbeiter á 4 Fr. täglich	1460 —
1 neue Retorte nach Abzug der Alten	350 —
Reparatur des Ofens	150 —
Unterhaltung der Leitungsröhren	200 —
Kalk	50 —
8 pCt. Intereſſen für ein Kapital von 40000 Fr. .	3200 —
	19458 Fr.

Einnahme.

714321 Kubikfuß Gas, welches, 4½ Kubikfuß pr. Stund auf einer Lampe, 168080 Stunden brennt a Lampe 5 Ct.	8404 Fr.

	Transport	8404 Fr.
2800 Hekt. Koke à 2 Fr. 85 Ct.	. . . .	7980 —
504 Hektol. Kokeſtaub à 1 Fr.	. . . .	504 —
		16888 Fr.
8128 Kilogr. Theer, à 25 Ct.	. . . .	2032 —
		18910 Fr.

Der Verluſt iſt alſo gleich 2570 Fr. wenn man annimmt, daß der Theer nicht verkauft wird, er fällt aber bis auf 548 Fr., wenn er für den mittlern Preis von 25 Ct. verkaufbar iſt. Dieſe letzte Annahme iſt aber nicht wahrſcheinlich, wenn man ſieht, daß die Einnahme in der Usine royale, wo man nach dieſer Anſicht für Theer 16000 Fr. hätte einnehmen müſſen nur 1200 Fr. beträgt.

Obige Berechnung wurde in den Annal. de chim. et de Phys. Theil 15. pag. 402. bekannt gemacht, ich habe ſie jedoch einiger Modifikationen fähig geglaubt. Das Leuchtgas iſt nach dem gegenwärtigen Verkaufspreiſe berechnet, eben ſo auch der Preis der Koke ſo angenommen, wie er im Jahr 1825. in der Usine royale ſtund, um beide Rechnungen mit einander vergleichbar zu machen.

Aus beiden Berechnungen ergiebt ſich, daß man bei dem gegenwärtigen Verkaufspreiſe des Gaſes, ſowohl in einer öffentlichen Gasanſtalt, wie z. B. in der Königlichen Gashütte zu Paris, als auch bei einer Privatunternehmung, wenn man das Gas pr. Stunde für 5 Ct. zu einer Lampe verkauft, Verluſt hat.

Würde das Gas nach der Leuchtkraft bezahlt, ſo verhielte ſich die Sache anders. Als Bérard das Licht einer gewöhnlichen Gaslampe mit dem einer Oellampe verglich, fand er, daß bei gleichen Preiſen, das von Gas doppelt ſo ſtark war als das Andere; ſonach wäre das Gaslicht 10 Ct. werth geweſen.

Im Hoſpital St. Louis war der Vergleich noch günſtiger, und dieß verdient hier mitgetheilt zu werden, weil es nicht das Reſultat eines einfachen Verſuchs iſt, ſondern ſich aus einer Jahre langen Arbeit ergeben hat.

Wird von den geſammten Ausgaben von 19458 Fr. der

Preis der Koke von 8484 Fr. abgezogen, ſo iſt der wirkliche Preis des Gaſes 10974 Fr.

Dieſes Gas verſorgte 320 Lampen und erſetzte 127 Oellampen, welche jährlich 8000 Fr. zu unterhalten koſteten. Man nimmt an, daß das Hoſpital dreimal ſtärker als vorher beleuchtet wird, ſonach erhält man für 10974 Fr. ein Gaslicht, welches eben ſo viel werth iſt als für 24000 Fr. Oellicht.

Macht man alſo für den eigenen Gebrauch Gas, ſo iſt Gewinn, ſobald man ſich aber der Concurrenz ausſetzt, oder den Launen der Käufer, ſo iſt Verluſt, weil man für 5 Ct. verkaufen muß. Um hierbei einen Gewinn zu haben, muß der Verkaufspreis wenigſtens 7 bis 8 Ct. betragen.

Unter den gegenwärtigen Umſtänden iſt es vortheilhaft, Gas zu kaufen, der Verkäufer dagegen hat Verluſt. Wiſſenſchaftlich betrachtet, muß die Steinkohlengasbeleuchtung vortheilhafter, als die mit Öl angeſehen werden, weil, wenn ſelbſt die Gaswerke noch namhaften Gewinn haben, doch dieſelbe Menge Licht weniger koſtet. Die Königliche Hütte zu Paris würde einen jährlichen Gewinn von 200000 Franken abwerfen, wenn man ihr das Licht, was ſie eigentlich liefert, bezahlte.

Betrachtet man dieſe Frage hingegen aus dem rein commerziellen Geſichtspunkt, ſo muß man ſchließen, daß ein Etabliſſement dieſer Art in Paris nur dann beſtehen kann, wenn bei einer Anlage, wie die Königliche Gashütte, wenigſtens täglich für 4 bis 5000 Lampen Gas verkauft werden kann.

697. Wir wollen nun ſehen, ob die Oelgashütten unter günſtigern Verhältniſſen arbeiten. Dieſes ſcheint zweifelhaft, um ſo mehr, wenn man annimmt, daß das in Gas verwandelte Oel ſo viel Licht als das natürliche Oel giebt; beim erſten Anblick muß man auch wirklich ſtaunen über die ungünſtigen Verhältniſſe, in die man ſich hierbei verſetzt ſieht. Es muß nämlich ein koſtbarer Apparat errichtet werden, jeden Tag ſind Brennmaterialien nöthig, um Gas zu erzeugen, auch muß man Arbeitslohn und beſondere, nicht unbedeutende Unterhaltungskoſten für Röhren und Hähne tragen.

Bedenkt man aber anderſeits, daß das Arbeitslohn und die Unterhaltungskoſten bei Oelbeleuchtung ziemlich noch dieſelben ſind, ſo bleiben nur die Intereſſen des Anlagskapitals

der Preis des Oels und des zur Deſtillation nöthigen Brenn⸗materials übrig, die mit den Intereſſen für Anſchaffung der Oellampen und dem Preis des Oels, welches verbrannt wird, verglichen werden müſſen. Hat man wenigſtens 200 Lam⸗pen zu ſpeiſen, und koſtet das zu zerſetzende Oel $\frac{2}{3}$ weniger als Brennöl, ſo hat man Gewinn, und außerdem ein viel ſchöneres Licht, wie ſich aus folgender Berechnung ergiebt: Ich nehme an, erſtens, daß 200 Lampen während 300 Tagen täglich 4 Stunden brennen, und in einer Stunde 40 Liter Gas verzehren; zweitens, daß 200 Lampen mit Oel verſorgt wer⸗den, und jede in der Stunde 30 Gr. Oel erfordert:

Gas.		Oel.	
18000 Kilog. Oel à 45 Ct.	= 8100 Fr. *)	7200 Kilog à 1 Fr. 40 Ct.	= 10080 Fr.
Heitzung	1000 —	Dochte	300 —
Intereſſen des Anlags⸗kapitals zu 10. pCt.	1500 —	Intereſſen der Lampen zu 10 pCt. . .	300 —
	10600 Fr.		10680 Fr.

Der Preis iſt wenig abweichend; nimmt man aber das Lampenlicht als Einheit an, ſo muß das Oelgas = $2\frac{1}{2}$ ge⸗ſetzt werden, ſonach hat man bei dem Gaſe für 20 bis 25000 Fr. Licht.

698. Endlich kommen wir zur Vergleichung der Stein⸗kohlengas⸗ und Oelgasbeleuchtung. Letztere iſt wahrſchein⸗lich die vortheilhafteſte in Privatanſtalten, und erſtere gewiß die beſte zur Beleuchtung großer Städte. Bei kleinen An⸗ſtalten muß man kein zu großes Anlagskapital anwenden und beſondere Aufſicht und Unterhaltungskoſten zu vermeiden ſu⸗chen. Alles dieſes iſt nicht der Fall bei großen und beſon⸗dern Gasanlagen.

Folgendes iſt eine vergleichende Überſicht.

1 Kilogr. Steinkohle giebt 200 Liter Gas.
1 — Oel giebt . . 800 — Gas, und dieſes Licht iſt eben ſo ſtark, als von 2800 Liter Steinkohlengas.

*) Es iſt angenommen, daß 1 Kilogr. Öl, nur 533 1/3 Liter Gas giebt; in §. 698. iſt das Ausbringen aber höher angegeben. A. u. E.

1 Kilogr. Oel iſt für Gasbeleuchtungen = 14 Kilogr. Steinkohlen zu rechnen.

14 Kilogr. Steinkohlen koſten	75 Ct.
wovon man den Werth der übrig bleibenden Koke = $\frac{1}{8}$ Hektol. abrechnen muß	35 —
Bleiben	40 Ct.

Es darf ſonach 1 Kilogr. Oel nicht mehr als 37 Ct. koſten, wenn man annimmt, daß das Brennmaterial, womit die Zerſetzung bewirkt wird, 3 Ct. werth iſt.

Unter dieſen Umſtänden iſt die Oelgasbeleuchtung vorzuziehen, weil ſie weniger koſtſpielige Apparate und weniger Arbeitslöhne erfordert; ſobald es aber über 50 Ct. koſtet, verſchwindet der Überſchuß, der ſich aus unſerer Vergleichung ergiebt, beinahe gänzlich.

Gasbeleuchtung mit tragbarem Gaſe.

699. Die hauptſächlichſten Schwierigkeiten, welche mit der gewöhnlichen Gasbeleuchtung verknüpft ſind, wurden durch die Methode, welche wir nachher beſchreiben wollen, beſeitigt. Die Nothwendigkeit große Röhrenleitungen anzulegen zum Fortführen des Gaſes bis zu den Punkten, wo es verbraucht wird, verurſacht ſehr große Unkoſten; außerdem können die Käufer auch in einer beſtimmten Zeit mehr Gas verbrauchen, auch die Lampen länger brennen laſſen, als ausgemacht worden iſt, weil jede Lampe unmittelbar mit dem Gaſometer in Verbindung ſteht.

Übrigens müſſen die Lampen immer auf einem beſtimmten Platze bleiben, oder können nur wenig verrückt werden.

Alle dieſe Unannehmlichkeiten verſchwinden bei dem tragbaren Gaſe. Man nimmt nämlich einen Zylinder, füllt ihn mit Gas, das man mit einem Druck von 30 bis 40 Atmosphären zuſammenpreßt, und ſchließt den Hahn. Verbindet man dieſen Zylinder mit einer Argandiſchen Lampe, ſo entwickelt ſich Gas ſobald man den Hahn öffnet; der Gasſtrahl wird angezündet und die Flamme erliſcht nicht, ſo lang die Preſſung des Gaſes im Zylinder größer iſt, als der Druck der Atmosphäre.

700. Aus dieſer einfachen Angabe kann man auf die Schwierigkeiten, welche ſich bei dieſem Verfahren darbieten, ſchließen; wir werden angeben, wie dieſe beſeitigt worden ſind.

Eine Gaslampe verzehrt in 8 Stunden 1120 Liter Steinkohlengas, würde dieſes auch bis auf 32 Atmosphären zuſammengepreßt, ſo müßte das Gefäß doch 35 Liter faſſen, und folglich noch ſehr groß ſeyn.

Wird Oelgas angewendet, ſo verzehrt eine Lampe höchſtens in 8 Stunden 320 Liter, und bei einer Preſſung von 32 Atmosphären iſt dazu nur ein Gefäß von 10 Liter Inhalt erforderlich.

Bei der Beleuchtung mit transportabelm Gas muß daher Oelgas angewendet werden, wenn man den Rezipienten nicht zu groß machen will. Mit einem Gefäß von 3 bis 4 Liter Inhalt kann man ſich ein Licht auf 6 bis 8 Stunden verſchaffen, das ſo ſtark iſt wie das einer argandiſchen Lampe.

701. Dieſe Gefäße werden auf folgende Weiſe verfertigt. Sie ſind bald aus 1¼ bis 1½ Linien ſtarkem Kupferblech, bald aus Eiſenblech von 1 bis 1¼ Linien Stärke. Sie haben eine zylindriſche Form und ſind an beiden Enden mit Halbkugeln verſchloſſen und tüchtig vernietet. Zu mehrerer Sicherheit ſind die Nieten außen verzinnt. Die Gefäße ſind mit einem Hahn verſehen, durch welchen das Gas in den Zylinder gepreßt wird, wodurch es aber auch wieder nach der Lampe ausſtrömt; ſie werden mit Waſſer, das man bis zu 60 Atmosphären comprimirt, unterſucht; alle welche ſchwitzen oder wohl gar aufreißen, werden weggeworfen. Obgleich die Wirkung dieſer Lampe, wobei die Preſſung nur kurze Zeit währt, nicht mit der verglichen werden kann, welche ſtatt findet, wenn der Zylinder mit Gas gefüllt und einer fortwährenden Preſſung ausgeſetzt iſt, ſo hat man demungeachtet doch Beiſpiele, daß ſie ſprangen.

702. Die Compreßionspumpe erfordert eine beſondere Einrichtung; die man aus Fig. 12. Taf. 16. erſieht. Sie beſteht aus einer horizontalen Pumpe in welcher ſich der Kolben (A) bewegt. Der Pumpenſtiefel kommunicirt mit dem Raum (B), worin ſich, ſo wie in dem Raume zwiſchen Pumpe

und Kolben, Oel befindet. Die Röhre (C) iſt mit dem Gaſometer verbunden, aus welchem man das Gas zieht, und (D) mit dem Gefäß, welches gefüllt werden ſoll. Es ſind 2 Ventile (m) (n) in dieſen Röhren. Wird der Kolben zurückgezogen, ſo entſteht bey B ein leerer Raum, deſſen Inhalt der Größe des Kolbens gleich iſt, durch das Ventil (n) tritt ſodann ein gleiches Volumen Gas ein. Wird der Kolben zurückgeſtoßen, ſo ſchließt ſich das Ventil, das andere öffnet ſich und das Gas wird in den Rezipienten gepreſſt. Das mit fortgetriebene Oel ſetzt ſich in der Kugel (a) zu Boden; im Augenblicke des Auspreſſens iſt (B) gänzlich mit Oel angefüllt, ſo daß während der ganzen Arbeit, die durch den Kolben bewirkte Leere vollkommen iſt, was nicht der Fall ſeyn könnte, wenn man eine gewöhnliche Pumpe anwendete. Nun bleibt aber jederzeit ein wenig Gas in dem Stiefel, ſelbſt wenn der Kolben den niedrigſten Stand erreicht hat; iſt dann das Gas im Gefäß ſchon tüchtig zuſammengepreſſt, ſo iſt dieſer Antheil hinlänglich, um $\frac{1}{3}$, die Hälfte oder auch wohl den ganzen Stiefel im Augenblick, wo derſelbe mit dem Gaſometer in Verbindung geſetzt wird, auszufüllen. Die Wirkung der Pumpe wird dann aufs Drittel, die Hälfte, ja ſelbſt bis auf Null reduzirt. Dieſes geſchieht größtentheils bei gewöhnlichen Pumpen (Fig. 11.) und deshalb hat man dieſe aufgegeben. Im Anfang der Arbeit abſorbirt das Oel viel Gas, aber einmal geſättiget, wirkt es nicht mehr auf daſſelbe. *)

---

*) In den Fabriken für tragbares Gas zu Paris (bei Térnaux et Comp.) und Edinburg (bei Gordon et Comp.) hat man für den Betrieb von 6 Compreßionspumpen eine 10zöllige mit 3 Atmosphären-Dampf-Druck arbeitende Dampfmaſchine.

Fig. 3. Taf. 17. iſt der Durchſchnitt eines ſolchen Compreßionsapparates.

Beide Schenkel des Gefäßes (AAAA) ſind bis (ab) mit Queckſilber gefüllt.

Über dem Queckſilber ſteht in (D) Waſſer, welches bis in das Rohr i reicht.

(G) iſt das Gaszuführungsrohr; und durch

(h) wird das Gas nach den Gefäßen, in welche es gepreſſt werden ſoll, gebracht.

703. Die Hähne dazu haben auch ihre Schwierigkeiten in der Conſtruktion; man hat vergeblich mehrere Arten verſucht, das Gas entwich aber ſtets. Der, welchen wir hier beſchreiben, iſt ziemlich einfach, man ſieht ihn in Fig. 13. Taf. 16.

Das eine Ende (A) wird auf das Gefäß geſchraubt, und das andere auf die Röhre, welche das Gas nach der Lampe führt.

Die Röhre (A B) ſteht mit einer halbcylindriſchen Öffnung in Verbindung, an welche die Röhre (C D) ſtößt; dieſe Öffnung wird durch ein Stück (o o) gebildet, und daſſelbe in das Hauptſtück eingeſchraubt. Folgendes iſt nun die Einrichtung des Hahnes: in m n befindet ſich eine runde Lederſcheibe, auf welcher das Stück (o o) ruht. Zwiſchen dem Leder und dieſem Stücke befindet ſich ein Stahlplättchen c d; im Mittelpunkt deſſelben iſt ein Tropfen geſchmolzenes Zinn, welches mit der Öffnung der Röhre A B correſpondirt. Auf der entgegengeſetzten Seite des Stahlblechs iſt eine Schraube (E), welche, indem ſie ſich gegen die Stahlplatte ſtemmt, das Zinn auf die Öffnung der Röhre (A B) drückt. Wird die Schraube zurückgedreht, ſo geht dies Stahlplättchen vermöge ſeiner Elaſtizität zurück, der Zinntropfen geht von der Oeffnung ab, und das Gas kann nun durch A B in die Röhre C D treten.

Das Queckſilber, welches etwa mechaniſch mit fortgeführt ſeyn ſollte, ſammelt ſich in (c)

(G) Druck-Zylinder.

(i) Verbindungsrohr des Schenkels (D) mit (G).

(H) Ein gut abgedrehter zylindriſcher Kolben, der durch die Dampfmaſchine in Bewegung geſetzt wird.

(o) ein Ventil, welches ſich nach innen } öffnet.
(p) — — — — — — — außen }

(r) ein Gefäß auf dem Rohre (i) um den Waſſerſtand in (D) zu reguliren.

Beginnt das Spiel der Maſchine, ſo tritt beim Aufgange des Kolbens (H) das Waſſer bis in den Stiefel (G); bei B entſteht ein luftleerer Raum, das Ventil (o) öffnet ſich und dieſer Raum wird nun mit Gas ausgefüllt.

Beim Niedergange des Kolbens wird das Gas durch das Ventil (p) ausgepreſſt und durch (h) ins Gasgefäß gebracht. A. u. E.

Dreht man den Hahn wieder zu, ſo iſt der Durchgang unterbrochen. Dieſe Hähne haben ſich bei der Probe als gut bewieſen; die Gefäße, welche damit verbunden waren, wurden unter 60fachen Atmosphären-Druck gefüllt, und während 10 Tagen ging nicht die geringſte Menge Gas verloren.

704. Man bemerkt endlich, daß im Verhältniß als das Gefäß, welches den Lampen Gas zuführt, ſich entleert, die Geſchwindigkeit des Gaſes, mithin auch die Höhe und Stärke der Flamme abnimmt. Man muß daher den Hahn immer mehr und mehr öffnen, um die Flamme gleich hoch zu erhalten. Dieſes iſt unbequem, beſonders wenn man ſehr hoch ſtehende Lampen mit Gas zu verſehen hat, und man verſuchte deshalb auf mehrfache Weiſe dieſe Unbequemlichkeiten zu vermeiden. Die einfachſte beſteht darin: daß man das Gas nicht unmittelbar aus dem Gefäße in die Lampe, ſondern in einen beſondern Gaſometer treten läßt; ſobald das Gas in den Gaſometer ankommt, erhebt ſich derſelbe, er hängt an einer Kette, die über eine beſondere Rolle geht, welche an den Schraubenkopf bei E (Fig. 13) befeſtigt iſt; auf der entgegengeſetzten Seite der Kette iſt ein Gegengewicht. Kommt das Gas in zu großer Menge in den Gaſometer, ſo erhebt ſich derſelbe und die Schraube dreht ſich im Verhältniß zu, ſo daß der Ausgangskanal ſich verkleinert, und der Zugang des Gaſes verringert wird. Würde das Gas zu langſam ankommen, ſo würde ſich die Schraube zurückſchrauben, dadurch die Zugangsöffnung vergrößern, mithin die Gasmenge vermehren. Iſt dieſe Vorrichtung gut ausgeführt, ſo muß das Ausſtrömen des Gaſes ſehr gleichförmig geſchehen, und hängt dann einzig von der Preſſung ab, welche man dem Gaſometer giebt, und dieſe Abweichungen ſind ſehr unbedeutend.

705. Die Erſparniſſe, welche man ſich von dieſer Beleuchtungsmethode verſprechen kann, ſind noch nicht erwieſen; ſie laſſen ſich beinahe mit denen vergleichen, welche man machen würde, wenn man ſtatt durch große, koſtſpielige Waſſerleitungen, das Waſſer durch beſondere Waſſerträger in die Häuſer bringen läßt.

Ende des erſten Bandes.

ländiſchen, n
und Jäckel

Bayeriſ

. Meile 38 Rth.
6 Fuß 3,1 Zolle
6 „ 6,31 „
4 „ 2,631 „

und werden, ſo wie dießmal auch den folgenden Bänden ähnliche nützliche Tafeln, wie z. B. über Aräometer ꝛc. anhängen. A. u. E.

Ende des erſten Bandes.

II.

Spezifiſches Gewicht der bekannteſten gasförmigen, tropfbaren und ſtarren Körper. *)

Gasförmige Körper.

	Durch Verſuche gefundene	Durch Berechnung Dichtigkeit.
Atmoſphäriſche Luft	1,0000	
Joddampf	. . .	8,6195
Jodwaſſerſtoffätherdampf	5,4749	
Terpentinöhldampf	5,0130	
Jodwaſſerſtoffſaures Gas	4,443	
Fluorkieſelgas	3,5735	
Chlorkohlenoxydgas (Phosgen)	. . .	3,3894
Schwefelkohlenſtoffdampf (Schwefelalkohol)	2,6447	
Schwefelätherdampf	2,5860	
Chlor	2,470	2,4216
Chloroxydul (Euchlor)	. . .	2,3782
Fluor-Bor Gas	2,3709	
Chlorwaſſerſtoffätherdampf	2,2119	
Schweflichtſaures Gas	2,1204	
Chlor-Cyanſäure	. . .	2,111
Cyanogen	1,8064	1,8011
Dampf des abſoluten Alkohols	1,6133	
Stickſtoffoxydul	1,5204	1,5209
Kohlenſäure	1,524	
Chlorwaſſerſtoffſaures Gas	1,2474	
Schwefelwaſſerſtoff	1,1912	
Sauerſtoff	1,1036	
Stickſtoffoxyd	1,0388	
Öhlbildendes Gas	0,9780	
Stickſtoff	0,976	
Kohlenoxydgas	0,9569	0,9678
Blauſäure-Dampf	0,9476	0,9360
Phosphorwaſſerſtoff im Minimum	0,870	
Waſſerdampf	0,6235	0,624
Ammoniakgas	0,5967	
Kohlenwaſſerſtoffgas (Sumpfluft)	0,555	
Arſenikwaſſerſtoffgas	0,529	
Waſſerſtoffgas	0 0688	

*) Wir fügen dieſe Tabelle noch dem erſten Bande bei, weil dieſelbe eine bequeme Überſicht über das ſpezif. Gewicht der bekannteren Körper darbietet, und werden, ſo wie dießmal auch den folgenden Bänden ähnliche nützliche Tafeln, wie z. B. über Aräometer ꝛc. anhängen. A. u. E.

Tropfbare Flüſſigkeiten.

Queckſilber (bei 0°)	13,598
Brom	2,966
Schwefelſäure	1,8409
Salpeterſäure	1,510
Waſſer vom todten Meer	1,2403
Waſſer vom großen Ocean	1,0273
Milch	1,03
Deſtillirtes Waſſer	1,0000
Burgunderwein	0,9915
Olivenöhl	0,9153
Leichter Salzäther	0,874
Terpentinöhl	0,8697
Steinöhl oder Bergnaphta	0,8475
Abſoluter Alkohol	0,7920
Schwefeläther	0,7155

Feſte Körper.

(Das Waſſer bei 18° C.

Platin, gewalzt	22,0690
— gehämmert	20,3366
Gold, desgl.	19,3617
— gegoſſen	19,2581
Wolfram	17,6
Blei, gegoſſen	11,3523
Palladium	11,3
Rhodium	11,0
Silber, gegoſſen	10,4743
Wismuth	9,822
Kupferdrath	8,8785
Kupfer, gegoſſen	8,7880
Molybdän	8,611
Arſenik	8,308
Nikkel geſchmolzen	8,279
Uran	8,1
Stahl	7,8163
Kobalt geſchmolzen	7,8119
Stabeiſen	7,788
Zinn geſchmolzen	7,2914
Gußeiſen	7,207
Zink, gegoſſen	6,861
Antimon	6,712
Tellur	6,115
Chrom	5,9
Jod	4,948
Schwerſpath	4,43
Rubin	4,2833
Saphir (orientaliſcher)	3,9941
Topas	3,5640
Beryll	3,5489
Diamant	3,5010
Flintglas	3,3293
Flußſpath	3,1911
Turmalin (grüner)	3,1555
Marmor von Paros	2,8376
Jaspis	2,8160
Smaragd	2,7755
Perlen	2,7500
Kalkſpath	2,7182
Korallen	2,6800
Bergkryſtall	2,653
Feldſpath	2,5644
Spiegelglas von St. Gobain	2,4882
Chineſiſches Porzellan	2,3847
Gypsſpath (Fraueneis)	2,3117
Porzellan von Sèvres	2,1457
Natürlicher Schwefel	2,0330
Elfenbein	1,9170
Alabaſter	1,8740
Anthrazit	1,8
Alaun	1,720
Steinkohle	1,3292
Bernſtein	1,078
Natrium	0,9726
Eis	0,930
Kalium	0,8651
Buchenholz	0,852
Eſchenholz	0,845
Eibenbaum	0,807
Apfelbaum	0,733
Pomeranzenbaum	0,705
Fichtenholz	0,657
Lindenholz	0,604
Zedernholz	0,561
Tannenholz	0,550
Weiße Pappel	0,529
Gemeine Pappel	0,383
Saſſafraßholz	0,482
Korkholz	0,240

Wird das ſpezifiſche Gewicht der atmosphär. Luft bei der Temperatur des ſchmelzenden Eiſes und bei dem Barometerſtand von 0,76 Meter als 1 angenommen, ſo iſt das des Waſſers = 770.

Unter gleichen Umſtänden verhält ſich das ſpezifiſche Gewicht der Luft zu dem des Queckſilbers wie 1 : 10466.

III.

Tafel über die Spannkräfte des Waſſerdampfes und die entſprechenden Temperaturen; von einer bis 24 Atmoſphären nach Beobachtungen und von 24 bis 50 Atmoſphären nach Berechnungen *).

Elaſtizität des Dampfes in Atmoſphärendruck von 0,76 Meter Queckſilber.	Elaſtizität des Dampfes in Queckſilberſäulen von 0° c.	Zugehörige Temperatur.	Druck auf ein Quadratcentimeter.
	Meter.	Centeſimalgrade.	Kilogramme.
1	0,76	100°	1,033
1½	1,14	112,2	1,549
2	1,52	121,4	2,066
2½	1,90	128,8	2,582
3	2,28	135,1	3,099
3½	2,66	140,6	3,615
4	3,04	145,4	4,132
4½	3,42	149,06	4,648
5	3,80	153,08	5,165
5½	4,18	156,8	5,681
6	4,56	160,2	6,198
6½	4,94	163,48	6,714
7	5,32	166,5	7,231
7½	5,70	169,37	7,747
8	6,08	172,1	8,264
9	6,84	177,1	9,297
10	7,60	181,6	10,33
11	8,36	186,03	11,363
12	9,12	190	12,396
13	9,88	193,7	13,429
14	10,64	197,19	14,462
15	11,40	200,48	15,495

*) S. 141. wurde erwähnt, daß Dulong und Arago die Spannkräfte des Waſſerdampfs durch Verſuche auszumitteln ſuchen. Dieſe wichtige und große Arbeit iſt nun vollendet und die Reſultate bereits bekannt gemacht; wir theilen dieſelben hier anhangsweiſe mit, da ſie von allgemeinem Intereſſe ſind. A. u. E.

Elaſtizität des Dampfes		Zugehörige Temperatur.	Druck auf ein Quadratcentimeter.
in Atmoſphärendruck von 0,76 Meter Queckſilber.	in Queckſilberſäulen von 0^0 c.		
	Meter.	Centeſimalgrade.	Kilogramme.
16	12,16	203,6	16,528
17	12,92	206,57	17,561
18	13,68	209,4	18.594
19	14,44	212,1	19,627
20	15,20	214,7	20,660
21	15,96	217,2	21,693
22	16,72	219,6	22,726
23	17,48	221,9	23,759
24	18,24	224,2	24,792
25	19,00	226,3	25,825
30	22,80	236,2	30,990
35	26,60	244,85	36,155
40	30,40	252,55	41.320
45	34,20	259,52	46,485
50	38,00	265,89	51,650

Erklärung der Kupfertafeln des erſten Bandes.

Erſte Tafel.

Fig. 1. Glaskolben mit langem Hals und
— 2. Kolben mit Rand; beide werden zur Erwärmung von Flüſſigkeiten angewendet.
— 3. Tubulatkolben, welcher als Rezipient bei Deſtillirapparaten dient.
— 4. Kolben mit plattgedrücktem Boden; wurde ehedem bei manchen Kalzinationen gebraucht.
— 5. Probirkolben, welcher vorzüglich zu analytiſchen Verſuchen ſehr bequem iſt.
— 6, 7, 8. Ballone mit zwei oder drei Öffnungen, welche bei Deſtillationen als Kühlapparate gebraucht werden.
— 9. gekrümmte Glocke, die man anwendet, wenn ſtarre Körper bei höherer Temperatur in Berührung mit gasförmigen gebracht werden ſollen.
— 10 u. 11. Einfache und tubulirte Retorten.
— 12 u. 13. Einfacher und gebogener Vorſtoß. Dieſe werden bisweilen angewendet, um den Hals der Retorten zu verlängern und die abgekühlten Rezipienten vom Feuer weiter entfernt zu halten.
— 14. Gewöhnliche Phiole.
— 15. Probirglas zum Auffangen der Gaſe.
— 16 Florentiner Flaſchen, die bei der Deſtillation ätheriſcher Öle hauptſächlich angewendet werden.

Fig. 17, 18 u. 19. gläſerne Deſtillationgefäße.
— 20 u. 21. Glaszylinder mit Füßen.
— 22. gewöhnliche Probirgläſer mit Glasſtab zum Umrühren der Flüſſigkeiten, welche unterſucht werden ſollen.
— 23. Aufbewahrungsglas, worein diejenigen Präparate gebracht werden, auf welche die Luft keinen Einfluß äußert.
— 24 u. 25. Gläſer mit weiter Mündung, die durch Korkſtöpſel verſchloſſen werden können.
— 26 u. 27. Gläſer mit eingeriebenen Glasſtöpſeln.
— 28. Glasröhren, welche vor der Lampe zugeblaſen werden, um Produkte darin aufzubewahren, welche man gegen die Einwirkung der Luft ſchützen will.
— 29. Glas mit ſehr weiter Mündung, welches man mit Glasſcheiben ſchließt, die aufgekittet werden.
— 30. Gewöhnlicher Glastrichter.
— 31. Trichter, der zum Umleeren der Gaſe in der Queckſilberwanne angewendet wird.
— 32. Ein mit einem Hahn verſehener Glastrichter, der zur Scheidung von Flüſſigkeiten gebraucht wird, welche vermöge ihres verſchiedenen ſpezif. Gewichts abgeſondert über einander ſtehen.
— 33, 34, 35, 36. Saugheber (Pipettes) von verſchiedener Form, mittelſt welcher man Flüſſigkeiten aufſaugen kann.
— 37, 38, 40. Abdampfſchaalen von Porzellan.
— 39. Schüſſel von Steingut.
— 41. Kupferkeſſel.
— 42, 43, 44 und 45. Schmelztiegel mit zugehörigen Deckel.
— 46. Röſtſcherben, welche dazu dienen, um verſchiedene Körper an der Luft zu erhitzen.
— 47. Probirkapelle von Knochenerde.
— 47. Käſe von gebranntem Thon, der den Schmelztiegeln als Geſtelle dient, um dieſelben in die Mitte des Kohlfeuers zu bringen.
— 49 u. 50. Spateln.
— 51. Eiſerner Löffel, womit man die zu verpuffenden Körper in die glühenden Schmelztiegel wirft.
— 52, 53 u. 54. Zangen von verſchiedener Form.
— 55. Kohlenſchaufel.
— 56. Drathzange.
— 57. Spiralförmige Feder, womit die Glasröhren gehalten werden, welche mit Gas gefüllt ſind und gemeſſen werden ſollen; das Anfaſſen mit der Hand würde die Temperatur der Gaſe erhöhen und ein unſicheres Reſultat geben.
— 58 u. 59. Platte u. dreieckige Feilen.

Fig. 60, 61 u. 62. Halbrunde und runde Feilen (Rattenſchwänze), womit Löcher in Korkſtöpſel gefeilt werden.
— 63. Triangel, worauf Retorten oder Kolben über Kohlenfeuer geſtellt werden.
— 64. Drathgitter, worauf man Glasröhren legt, wenn ſolche über das Feuer gebracht werden.
— 65. Blechſcheibe, auf welche man die Abdampfſchaalen über das Feuer ſezt.
— 66, a u. b. Stangen-Gießform von Eiſen zum Ausgießen der Metalle.
— 67. Starker Eiſendrath, der glühend gemacht wird, um Löcher durch Korkſtöpſel zu ſtoßen.
— 68 u. 69. Wachslichte auf Draht geſteckt, womit man die Gaſe prüft.
— 70. Capelle auf Drath befeſtigt, um damit feſte Körper in verſchiedene Gaſe tauchen zu können.
— 71. Eiſenſtäbchen, womit man feſte Körper unter Queckſilber in gekrümmte Glocken (9) hinauf ſchiebt.
— 72 u. 73. Flaſchen mit zwei oder drei Tubulirungen.
— 74. Flaſchen mit zwei Tubulirungen und einem Hahn, um die darin befindliche Flüſſigkeit bequem ablaſſen zu können.
— 75. Mörſer von Meſſing. 76. Mörſer von Marmor.
— 77. Mörſer oder Reibſchale von Porzellan.
— 78. Gläſerne Reibſchale.
— 79. Reibſchale von Agat.
— 80. Glasglocke mit Knopf.
— 81. Glasglocke oben mit einer Öffnung verſehen, worein man Meſſinghähne einſetzen kann.
— 82. Glocke mit breitem Rande, welcher mit Schmirgel abgeſchliffen iſt.
— 83. Tubulirte Glocke.
— 84. Weite Glasſchalen.
— 85. Porzellanretorte.
— 86. Prorzellanröhren — 87. Dergl. mit doppelter Einmündung.
— 88. Zange, welche mit einer Feder verſehen iſt.

Zweite Tafel.

Fig. 1. Filtrirapparat. — 2. Filtrirapparat anderer Art.
— 3 u. 4. Tenakel oder Filtrirſack-Träger mit Nägelſpitzen verſehen, auf welchen man die Filtrirſäcke feſtſteckt.

Fig. 5. Glas, aus welchem man die über einem Niederſchlage ſtehende klare Flüſſigkeit abgießt; der Rand deſſelben wird mit etwas Fett beſtrichen, um die Adhäſion zwiſchen Glas und Flüſſigkeit dergeſtalt aufzuheben, daß leztere nicht außen am Glaſe hinabläuft. Das an den Rand gehaltene Glasſtäbchen zeigt der Flüſſigkeit den zu nehmenden Weg.

— 6. Kleiner Saugheber, womit man die lezten Tropfen Flüſſigkeit, welche nicht mehr dekantirt werden können, aufſaugt.

— 7 u. 8. Heber und deren Anwendung beim Dekantiren.

— 21 u. 22. Heber anderer Art.

— 9. Spitzbeutel von dichtem Wollenzeug oder Filz, um Syrupe, Öle und ähnliche Flüſſigkeiten zu filtriren.

— 10. Tenakel zur Befeſtigung von Wollenzeugſtücken, die man ſtatt der Spitzbeutel anwenden kann.

— 11. Seiher von Eiſen- oder Kupfer-Blech.

— 12, 13, 14. Siebe zum abſieben pulveriſirter Körper.

— 15. Kohlendämpfer.

— 16. Sprengringe zum Abſprengen des Glaſes beſtimmt; man erhizt einen der Ringe und legt ihn an das kalte Glas.

— 19. Sprengkohle *), die man an einem Ende anzündet und zu demſelben Zweck gebraucht.

— 17. Schmelztiegel von Eiſen.

— 18. Dieſe Vorrichtung wendet man an, um ätzende, ſcharfe Flüſſigkeiten zu dekantiren; durch die gerade Röhre bläſt man hinein, wodurch der Heber gefüllt wird und dann von ſelbſt läuft.

— 20. Filtrirapparat, der dann angewendet wird, wenn man Flüſſigkeiten bei Ausſchluß der Luft filtriren will. Die zu filtri-

*) Zur Bereitung der Sprengkohle theilt Berzelius in ſeinen Lehrbuche der Chemie ein ganz vortreffliches Rezept nach Gahn's Vorſchrift mit: Man nehme a.) 2 1/2 Loth Arabiſches Gummi und löſe dieß in 4 Loth Waſſer auf; ferner rührt man b.) 1 Loth Traganthgummi mit ſo viel ſiedend heißem Waſſer an, daß die gallertartige Maſſe den Raum von 8 Loth Waſſer einnimmt und löſt dann c.) 1/2 Loth trockenen Storax in 1 2/3 Loth Alkohol v. 0,83 ſp. Gew. ſo wie d.) 1/2 Loth Benzoeharz in 4/5 Loth von dem nämlichen Alkohol auf. Die Auflöſungen a u. b werden nun zuſammengemiſcht und c u. d zugeſezt und recht gut unter einander gerührt. Unter dieſes Gemenge arbeitet man dann 6—7 Loth ſehr feines durch ein Florſieb gebeuteltes Kohlenpulver von Laubholz und knetet oder ſtößt dann in einem eiſernen Mörſer die Maſſe wohl untereinander, daß ſie einen ſteifen durch und durch gleichartigen Teig bildet, woraus man nun zwiſchen Brettchen, die mit Kohlenſtaub beſtreut werden, 5—6 Zoll lange Stängelchen von der Dicke eines Gänſekiels rollt, die an einem warmen Orte langſam getrocknet werden. A. u. E.

kende Flüſſigkeit giebt man in den Trichter, in welchem die Luft oder das Gas durch die gebogene Röhre aus dem Glaſe in dem Maaße emporſteigt, als die Flüſſigkeit ſelbſt hinabläuft.

Fig. 23. Statif zum Filtriren nebſt einer Lampe zum Abdampfen. A iſt die Glasglocke, womit die Weingeiſtlampe bedeckt wird, damit dieſer Brennſtoff ſich nicht verflüchtigen kann.

— 24. Graduirter Probirzylinder.

— 25, 26 u. 27. Meſſer von Elfenbein oder Horn zum Abnehmen der Niederſchläge von den Filtern.

— 28. Zange mit Scharnier, womit die Abdampfſchaalen über das Feuer gehalten werden.

— 29. Porphyrplatte mit dem zugehörigen Läufer.

— 30, 31, 32 u. 33. Zangen und mobile Statife.

— 34. Glocke und Ballon mit Hähnen zu pneumatiſchen Verſuchen.

— 35, 36, 37 u. 38. Sicherheitsröhren.

— 39. Lampe mit doppeltem Luftzuge; a Grundriß derſelben; b der zugehörige Pfropf zum Verſchließen; c Schornſtein von Eiſenblech.

— 40. Einfache Weingeiſtlampe. — 44. gläſerne von Blech.

— 41. Sandbad, beſtehend aus einem eiſernen mit Sand gefüllten Ofen; man bringt diejenigen Gefäße hinein, welche einer gelinden Wärme ausgeſezt werden ſollen.

— 42. Eiſerner Keſſel.

— 43. Papierfilter. a, b, c, d, e das Filter in ſeinen verſchiedenen Verfertigungsepochen.

— 45. Graduirte Glasröhre um Gaſe und Flüſſigkeiten zu meſſen.

— 46. Blaſe mit einem Meßinghahn.

— 47. Verfertigung einer Kautſchuckröhre. a Kautſchuckſtück, welches in warmes Waſſer getaucht wird, um es zu erweichen. Man trocknet es dann ſorgfältig ab und ſchneidet nun mit der Scheere die 2 Ränder rein ab, welche man zuſammenkleben will; hierauf legt man das ſo vorbereitete Kautſchuckſtück über einen Holzſtab b und drückt die friſch abgeſchnittenen Enden feſt zuſammen. Man umwikkelt die gebildete Röhre mit einem Bande c und zieht ſie nach einigen Tagen von dem Holzſtäbchen wieder herunter, wo ſie zum Gebrauch fertig iſt. Dieſe Röhren dienen vorzüglich, um Glasröhren bei Gasentbindungsapparaten, mit einander zu verbinden und gewähren den großen Vortheil, daß dieſe Vorrichtungen weit weniger zerbrechlich ſind. Fig. 49 iſt ein einfacher Apparat dieſer Art abgebildet. Derſelbe Apparat, mit einem Korke zuſammengefügt, iſt in Fig. 50 zu ſehen.

Fig. 51. Apparat zum Ausſüßen der Niederſchläge; derſelbe iſt zur Hälfte mit Waſſer gefüllt.

Dritte Tafel.

Fig. 1. Apparat, welcher zum Auffangen der durch Hitze aus irgend einem ſtarren Körper entbundenen Gaſe beſtimmt iſt. m Retorte, welche den zu erhitzenden Körper enthält. q Sicherheitsröhre, welche das Gas fortleitet. n Durchbortes Brett, worauf die Glocke o ſteht. Der Apparat iſt mit der pneumatiſchen Waſſer-Wanne zugleich in Verbindung gebracht.

— 2. Waſſerwanne. m feſte Brücke. n bewegliche Brücke. p Hahn zum Ablaſſen des Waſſers.

— 3 u. 3 a. Ein, dem eben erwähnten, ähnlicher Apparat, aber ohne Sicherheitsröhren. Man ſieht hier den Grundriß und Durchſchnitt der Waſſerwanne.

— 4. iſt die Anwendung der gebogenen Glocke zu ſehen.

— 5. Ein Apparat zum Trocknen der Gaſe. a großer gläſerner Probirzylinder. c Glasröhre, welche durch den Pfropf b geht und bis auf den Boden des Zylinders hinabgeht und das Gas hineinleitet. d Glasröhre die gleichfalls durch den Pfropf b geht, allein ſogleich oben ausmündet, um das Gas aufzunehmen; ee Kautſchuckröhren, welche an die Glasröhren c u. d gebunden ſind, die den Gasentbindungsapparat mit dem in Verbindung bringen, welcher das Gas aufnimmt. ff Korkſtöpſel zum Verſchließen des Apparats, wenn er nicht gebraucht wird. Man füllt den Probirzylinder mit Ätzkalk oder Chlorcalcium, doch ſo, daß dieſe Subſtanzen nicht den Boden berühren, was man durch einen unten eingeſezten durchlöcherten Kork verhindert; durch dieſe Vorrichtung beugt man einem möglichen Verſtopfen der Röhren d vor.

— 7. Woulfiſcher Apparat.

— 8, 9, 16 u. 17. Eudiometer, welche Seite 108 ꝛc. beſchrieben ſind.

— 10. Vorrichtung um die Gaſe genau zu meſſen.

— 6. Einfacher Deſtillationsapparat. e Sförmige gebogene Röhre, die zum Eingießen der Flüſſigkeit in die Retorte a dient, von wo die Dämpfe ſich in der Vorſtoß b begeben und endlich in den abgekühlten Ballon c gelangen, wo ſie ſich ver-

dichten. Die Luft oder die Gaſe gehen durch die Röhre d fort; der Vorſtoß iſt in ff an den Ballon und an die Retorte mit Leinwandſtreifen und Kitt lutirt.

Fig. 11. Ganz einfacher Deſtillirapparat.

— 12, 13, 14 u. 15. Queckſilberwanne; a Schieblade, b hölzerne Einfaſſung, um zu verhindern, daß beim häufigen Verſpritzen des Queckſilbers ein Verluſt ſtatt finde. ff Rinne, in welcher das auf den Tiſch fallende Queckſilber ſich wieder ſammelt. c ſteinerne Queckſilberwanne. d vertiefter Raum der Wanne; ee hohle Rinne in deren Brücke, zur Aufnahme der Gasentbindungsröhre beſtimmt.

— 18. Röhre mit mehreren Biegungen, deren jede als Recipient dient, wenn ſie abgekühlt wird. Dieſe Röhre wird vorzüglich dann angewendet, wenn man kleine Mengen von Flüſſigkeiten zu deſtilliren hat.

— 19, 20, 21. Apparat zum Erwärmen im Waſſerbad oder im Dampf.

Vierte Tafel.

Fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6 u. 7. Verſchiedene Apparate, um Gaſe in Berührung mit Flüſſigkeiten zu bringen.

— 8. A u. B. Apparate zur Verbrennung der Kohle oder des Diamants in Sauerſtoffgas; dieſelben ſind S. 581. beſchrieben.

— 9. Die einfachſte Vorrichtung zum Auffangen der Gaſe, welche aus einer warmen Flüſſigkeit entbunden werden. Eine zweite Vorrichtung dieſer Art iſt in Fig. 13 zu ſehen.

— 10. Dieſer Apparat iſt beſtimmt, um Gaſe in Berührung mit glühenden ſtarren Körpern zu bringen. Ein Beiſpiel hiervon iſt S. 579 beſchrieben.

— 11. Apparat zur Deſtillation kleiner Flüſſigkeitsmengen.

— 12. Apparat zur Darſtellung des Waſſerſtoffs oder der Kohlenſäure ꝛc.

— 14. Ein Apparat, der zum Trocknen unter dem Rezipienten der Luftpumpe, bei Mitanwendung der Wärme, beſtimmt iſt. h Teller der Luftpumpe. g. Glocke. f Röhre, welche mit der weiten Röhre e verbunden iſt, die Chlorcalcium enthält. Dieſe kommunizirt wieder mit der Röhre a, worin die zu trocknende

Subſtanz ſich befindet. Die Röhre a ſteckt in der Röhre b, welche mit warmem Waſſer oder Queckſilber angefüllt iſt. Aus der Röhre b geht außerdem eine gebogene Röhre c, welche in eine Schüſſel d mündet, damit der Überſchuß der Flüſſigkeit, welche durch die Wärme ausgedehnt wird, heraustreten kann.

Fig. 15. Der zur Analyſe organiſcher Körper von Gay Lußac erfundene Apparat.

Fünfte Tafel.

Fabrikation der Locke. Fig. 1, 2 u. 3. Schornſtein von Wilkinſon behufs der Verkohlung der Steinkohlen in Meilern.

Fig. 4 u. 5. Anlagen des Meilers.

— 6, 7, 8, 9 u. 10. Verkohlung der Steinkohlen in Meilern zu Janon bei St. Etienne.

— 11. Kokeofen nach Lord Dundonnald.

— 12 u. 13. Reverberirofen zum Verkoken der Steinkohle. S. 703.

Sechſte Tafel.

Bereitung des Waſſerſtoffs im Großen. Fig. 1. S. 80.

Bereitung des Chlors im Großen. Fig. 2. S. 128.

Platinheber für Schwefelſäure. Fig. 3, 4 u. 5. S. 295.

Siebente Tafel.

Fig. 1. Durchſchnitt des Apparates zur Bereitung der Salpeterſäure und Salzſäure.

— 2. Aufriß deſſelben Apparates nach einem kleinern Maaßſtab. S. 143.

— 3. Bleikammer zur Bereitung der Schwefelſäure. S. 281.

Klappe der Bleikammer, die durch Waſſer geſperrt iſt. Fig. 4. P. Dieſe iſt eine Bleiplatte, welche bei X mit einem Scharnier feſtgemacht iſt und durch ein an der Kette CC hängendes Ge-

gengewicht leichter gemacht wird; die Kette läuft auf einem Rade R und geht durch ein Loch n, das an der Seite des Schornſteins angebracht iſt. Die Platte P iſt unten mit einem kreisrunden Rande verſehen, welcher in den Falz m m paßt, der beſtändig mit Waſſer gefüllt iſt.

Galeerenofen zur Konzentration der Schwefelſäure in welchem entweder gläſerne oder irdene Gefäße eingeſetzt werden. Fig. 5. Längendurchſchnitt. Fig. 6. Grundriß. Fig. 7. Querdurchſchnitt. f. Feuerplatz. c. Aſchenfall. n. Eſſe. u, u, u, u, gußeiſerne Capellen, die als Sandbäder dienen. o. Retorte; die Anwendung des Sandbades erheiſcht einen größern Aufwand an Brennmaterial, aber es macht das Beſchlagen der Retorten unnöthig. Sezt man die Retorten in das offne Feuer, ſo müſſen dieſe immer mit Thon beſchlagen werden. S. 293.

Apparat mit einer einzigen Retorte für Phosphor. Fig. 8. S. 335. Man bemerkt in dieſer Figur das kleine Eiſenſtäbchen b, welches unten, nachdem es durch den, den Rezipienten verſchlieſſenden Kork hindurch geſteckt iſt, umgebogen und am Ende in eine Spirale gewunden wird; man bringt den ſpiralförmigen Theil in den Vorſtoß der Retorte und kann nun mittelſt leichter Bewegungen den Phosphor, der ſich darin verdichtet, herab ſtreifen, wodurch das Verſtopfen der Röhren verhindert wird.

Achte Tafel.

Apparat, der in Puzzuoli zur Gewinnung des Schwefels angewendet wird. Fig. 1. Anſicht des ältern Apparats. Man hat jezt alle Kondenſatoren mit Ausnahme des erſtern abgeſchafft. Fig. 1. A, iſt der Durchſchnitt dieſes Apparats. Es iſt hier bemerklich, daß das Deſtillationsgefäß, welches in die Mauer des Ofens eingeſezt iſt, der Flamme nur ein Drittel oder ein Viertel ſeiner Oberfläche dem Feuer zukehrt, was theils die Heitzung unvollkommen macht, theils aber auch ein häufiges Zerbrechen der Töpfe verurſacht, indem ſolche bei jeder Operation eine ſehr ungleiche Ausdehnung und Zuſammenziehung erleiden. Sehr unbequem iſt es, daß man, um die Töpfe zu füllen oder auszuleeren, jedesmal den Ofen niederreiſſen muß.

Neuerdings wendet man nun die in Fig. 1. C dargeſtellte Vorrichtung an. Die Töpfe werden ganz in den Ofen geſtellt; bei jeder Operation werden ſie durch eine in der Mauer gelaſſene Öffnung entweder eingeſetzt oder herausgenommen, und dieſe wird nachher mit

Backſteinen wieder zugeſezt. Der Ofen ſelbſt bleibt hierbei ganz unverſehrt. Die Fig. 1. B ſtellt eine Einrichtung dar, welche der vorher beſchriebenen noch vorzuziehen ſeyn dürfte, indem die Töpfe auch in den Ofen eingeſchloſſen ſind, ihre Hauptöffnung aber ſich außerhalb deſſelben befindet und ſomit zur Füllung und Entleerung dienen kann, ohne daß das Feuer unterbrochen zu werden braucht. Siehe Seite 196.

Keſſel zum Reinigen und Abgießen des Schwefels Fig. 2. S. 196.

Kammer zur Deſtillation des Schwefels Fig. 3. der Hauptſache nach iſt dieſelbe S. 197. beſchrieben worden; es bleibt daher nur noch übrig die zum Gießen nöthigen Vorrichtungen zu beſchreiben. h iſt ein koniſcher Pfropf, der an einem Stäbchen o befeſtigt iſt und durch eine Feder m ſtets von innen nach außen angedrückt wird. nn iſt eine gußeiſerne Platte, mit einer koniſchen Öffnung verſehen, in welche der Pfropf h paßt. r iſt eine Rinne, durch welche der Schwefel abfließt. qq ein kleiner Raum, in welchen einige brennende Kohlen placirt werden können, um den Schwefel zu ſchmelzen, wenn er beim Abfließen erſtarren ſollte.

Formen zum Gießen des Schwefels Fig. 5. Sonſt wurden ſie von Tannenholz gemacht und auf einen Tiſch angebracht, man goß dann den Schwefel mit dem Löffel in jede Form. Neuerdings macht man ſie von Buchs, Fig. 5, a.; ſie beſtehen aus einer koniſchen Form m und einem gleichfalls koniſchen Stab n. Dieſe Formen werden nacheinander unten an die Rinne r gebracht; ſind ſie gefüllt, ſo ſtellt man ſie in ein Gefäß mit kaltem Waſſer. Iſt der Schwefel erſtarrt, ſo giebt man dem Stab n einen leichten Stoß und ſchiebt ſo die Schwefelſtange aus der Form.

Neunte, zehnte und eilfte Tafel.

Apparat des Hrn. D'arcet zu den Räucherungen mit ſchweflichter Säure. Siehe S. 232 u. d. f.

Zwölfte Tafel.

Bereitung des Ammoniaks im Großen Fig. 1 u. 2. Siehe S. 381.

Bereitung des Realgar Fig. 3, 4 u. 5. Siehe S. 453.

Bereitung des Phosphors im Großen Fig. 8. Anſicht der beiden mit einander verbundenen Galeerenöfen. Fig. 7. Grundriß der Öfen; Fig. 6. Durchſchnitt des einen. ppp Thüren des Feuerplatzes. ff Feuerplatz. nn Aſchenfall. mm Raum, in welchen die Retorten geſtellt werden. cc. Schornſteine. Jeder Ofen faßt 3 Retorten, die mit Rezipienten verbunden werden, ähnlich dem auf Tafel 7. Fig. 8. dargeſtellten.

Zurichtung der Flintenſteine Fig. 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, Siehe S. 489.

Grubenlüftung. Fig. 16. Durchſchnitt einer Steinkohlengrube nebſt ihrem Wetterſchachte. a Förderſchacht; n Wetterſchacht; o Schornſtein. Die Richtung der Luftſtrömung geht von a nach b, d, e, c, n, m, u. der Feuerplatz f, ſo wie der Aſchenfall m iſt geſchloſſen, und bei n ſind mehrere feine Drahtgitter angebracht, welche jede Exploſion, die nach unten ſich fortpflanzen könnte, verhindern.

Dreizehnte Tafel.

Sicherheitslampen. S. 551.

Vierzehnte Tafel.

Meilerverkohlung des Holzes Fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 u. 8. S. 642 u. 664.

Verkohlungsapparat nach Foucaud Fig. 9, 10 u. 11. S. 651.

Verkohlungsapparat nach La Chabeauſſière Fig. 12, 13, 14, 15 u. 16. S. 652.

Fünfzehnte Tafel.

Verkohlungsofen nach Schwartz Fig. 1, 2 u. 3. S. 659.

Kienrußbereitung aus Harz Fig. 4. S. 520.

— — aus Steinkohlen Fig. 5, 6 u. 7. S. 520.

Sechzehnte Tafel.

Öhlgasbereitung Fig. 1. S. 727.

Steinkohlengasbereitung Fig. 2. S. 729.

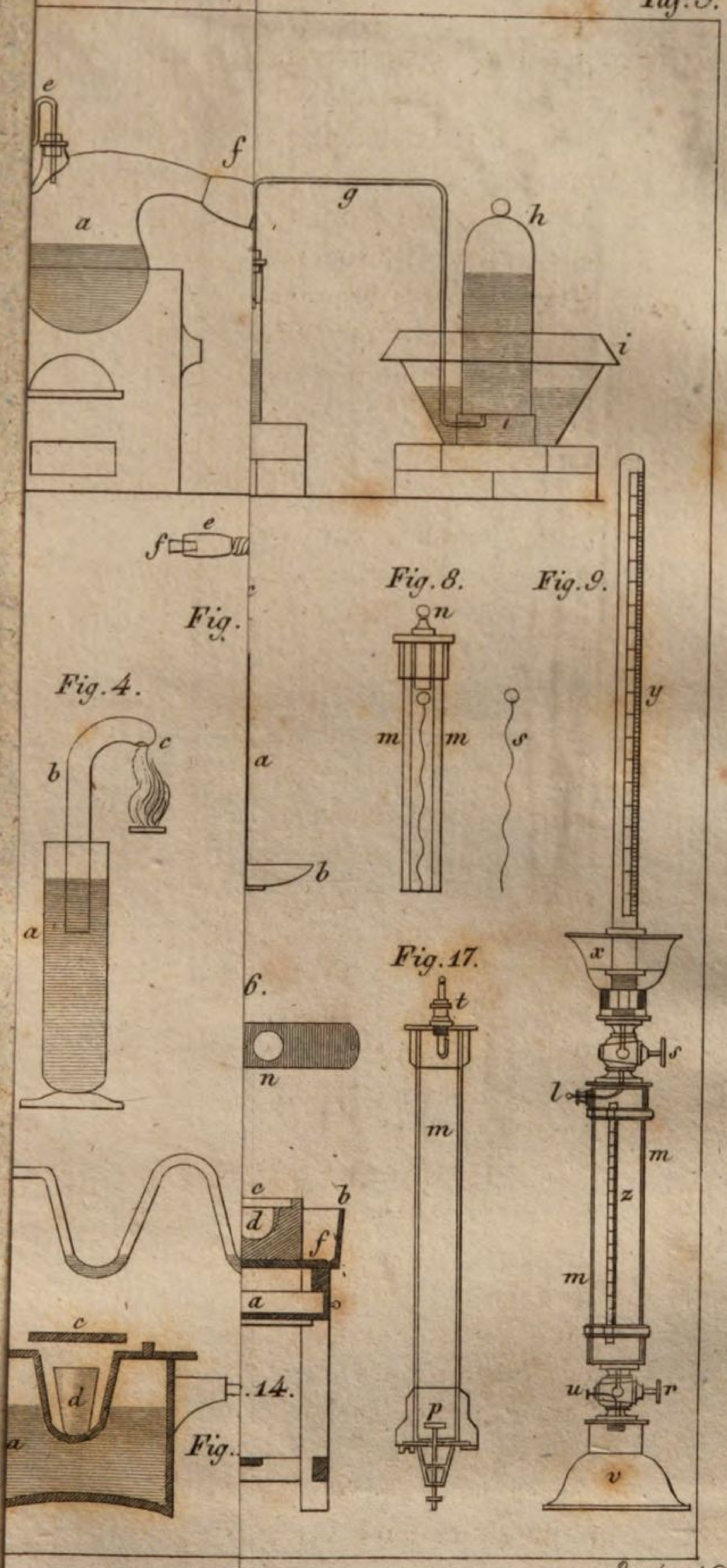
Form der Retorten Fig. 3, 4, 5, 6 u. 6 a S. 734.

Konſtruktion der Öfen Fig. 7. u. 8. S. 735
Archimediſche Schraube zur Reinigung des Gaſes Fig. 9. S. 739
Röhrenleitung Fig. 10. S. 744.
Kompreſſionspumpe Fig. 11. R in welchem das Gas verdichtet werden ſoll. D, Röhre mit Ventil, welche das Gas aus dem Pumpenſtiefel in den Rezipienten R führt. C eine gleichfalls mit Ventil verſehene Röhre, durch welche das Gas aus dem Gasbehälter in den Pumpenſtiefel gelangt. A, Kolben. B Pumpenſtiefel m Ventil, welches mit einem Gewichte n belaſtet iſt; daſſelbe iſt ſo berechnet, daß es ſich erhebt, wenn der Druck dem von 30 Atmosphären gleichkommt.
Da dieſe Art von Pumpen die S. 768 bemerkten Nachtheile mit ſich führt, ſo wurde ſie durch die daſelbſt beſchriebene Pumpe Fig. 12 verdrängt.
Hahn für die Rezipienten zu comprimirtem Gas Fig. 23. S. 769.
Gaſometer von der Form eines Perſpektivs S. 741.

Siebzehnte Tafel.

Fig. 1 u. 2. Gasmeſſer, womit den Abnehmern des Leuchtgaſes daſſelbe zugemeſſen wird. S. 731.
— 3. Compreßionspumpe für tragbares Gas S. 768.
— 4 u. 5. Durchſchnitt eines Gaſometers S. 741.

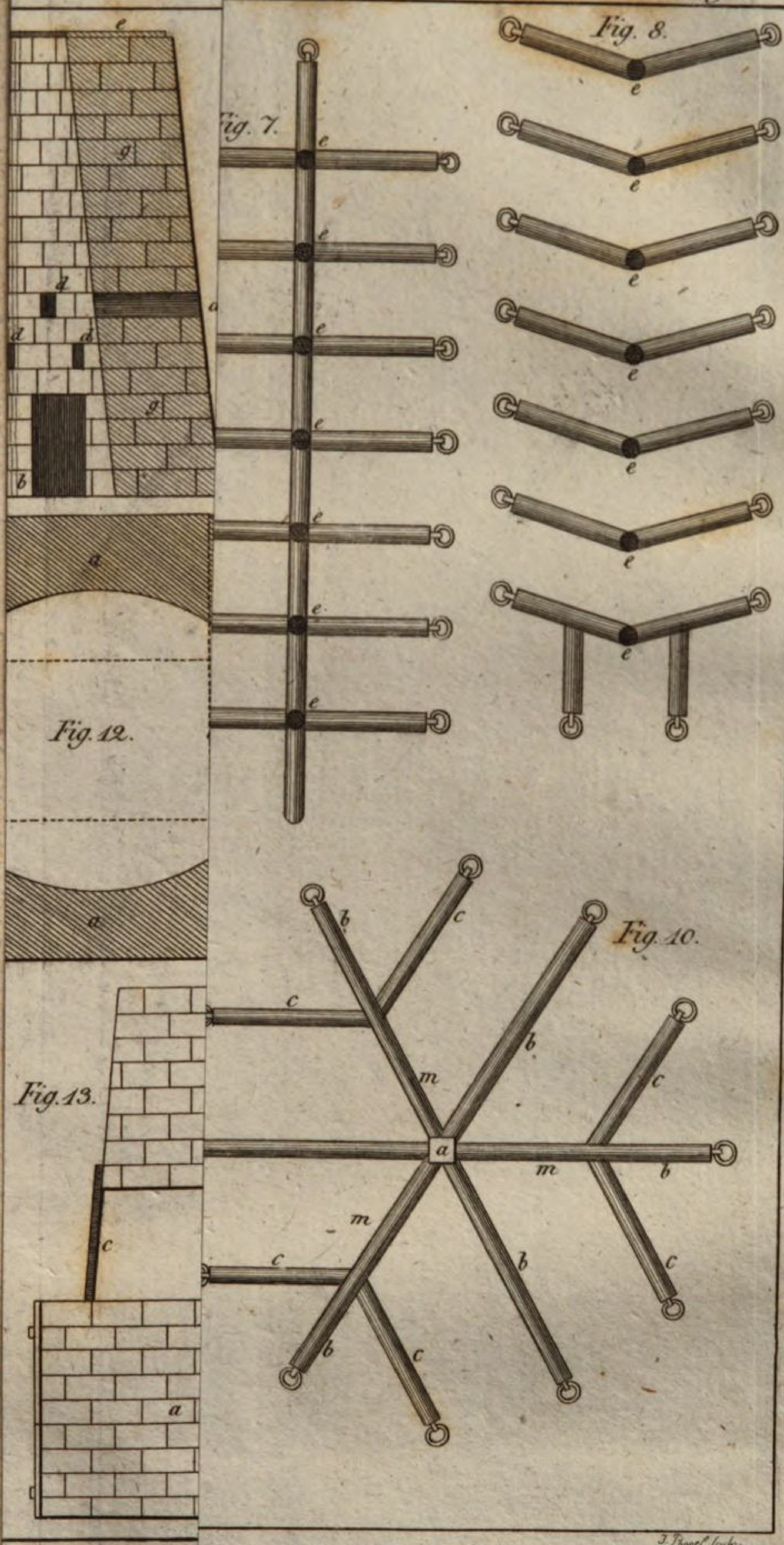
Taf. 3.



Rorée sculp

ig. 5.
9.
3.
b

Taf. 5.



J. Pippel ſculp.

H
n

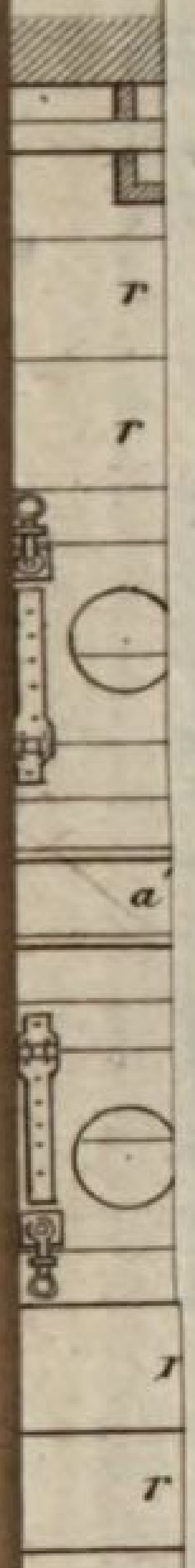

r
r
a
r
r

Fig. 4.

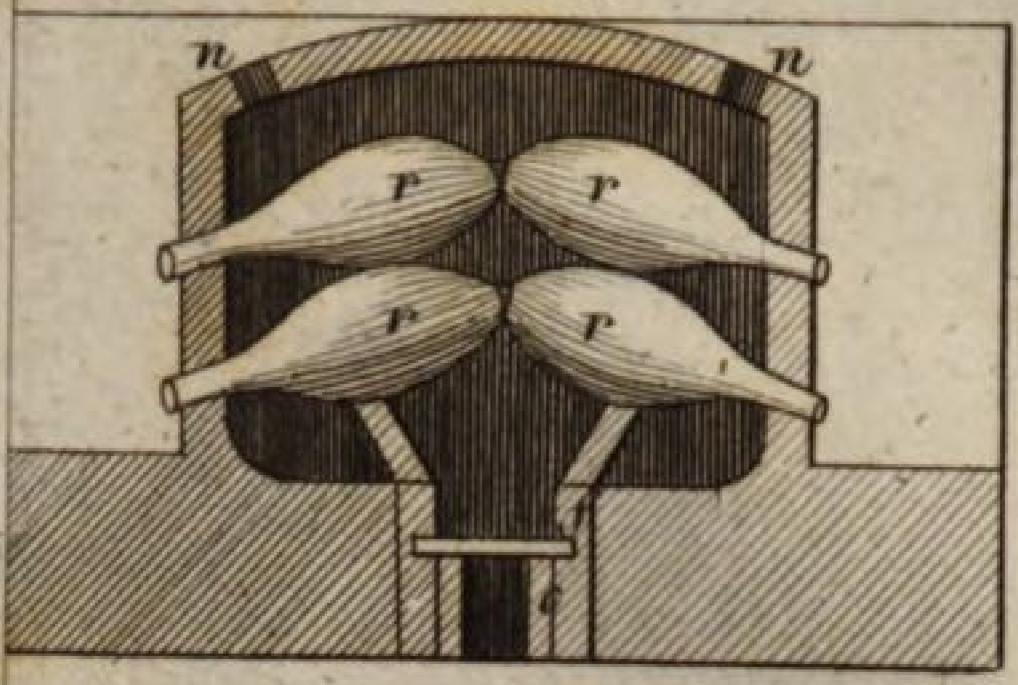
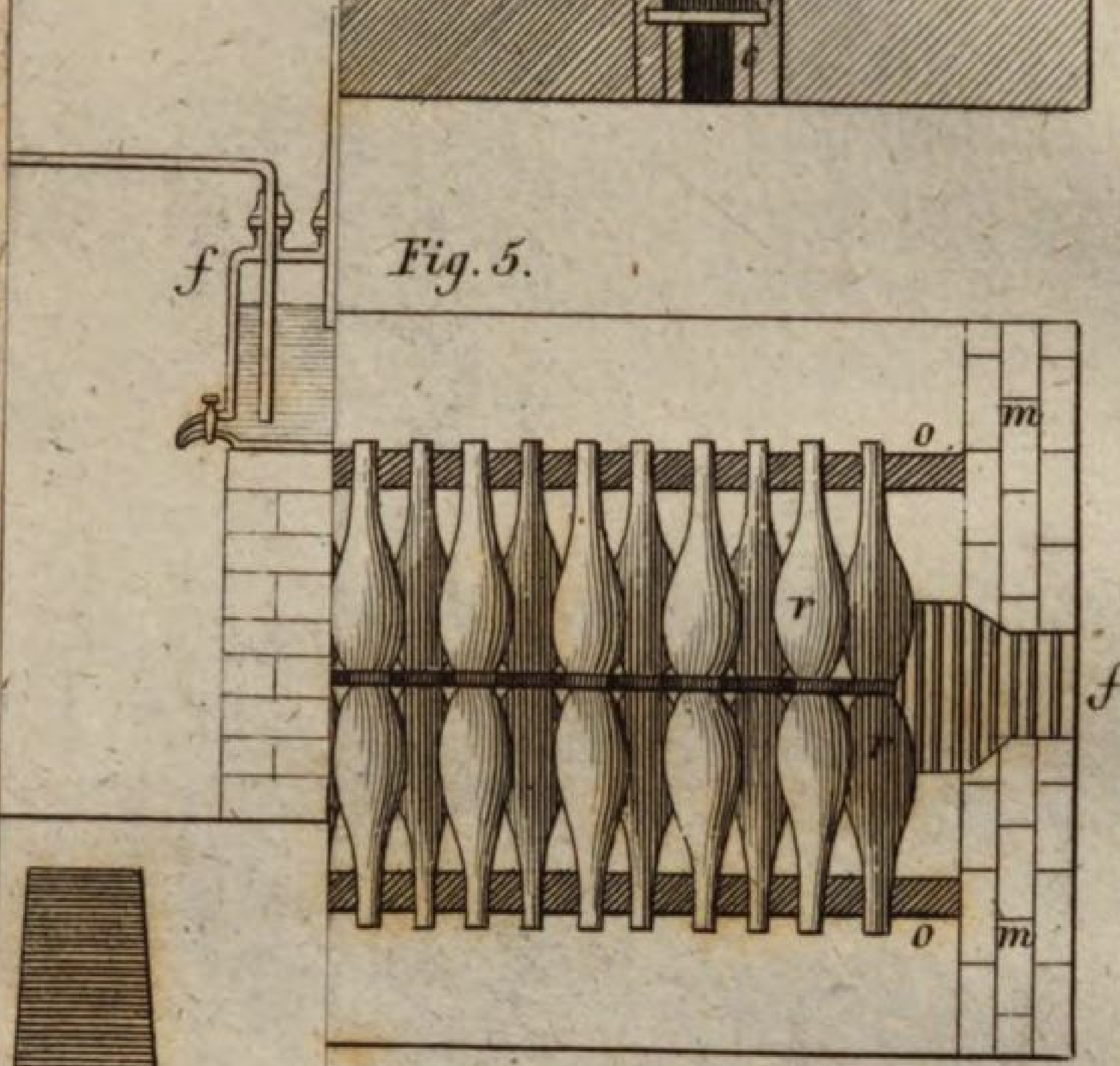
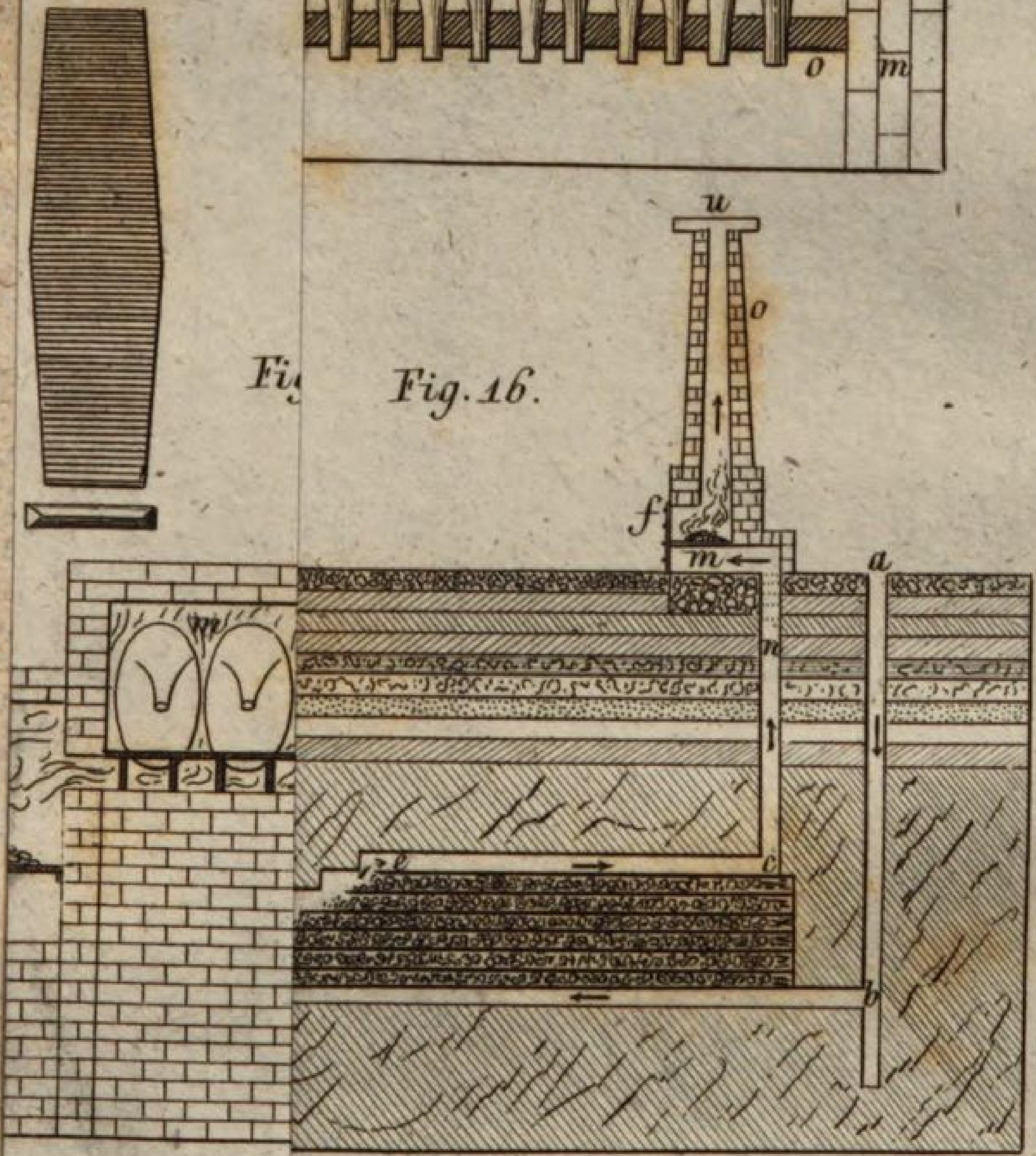


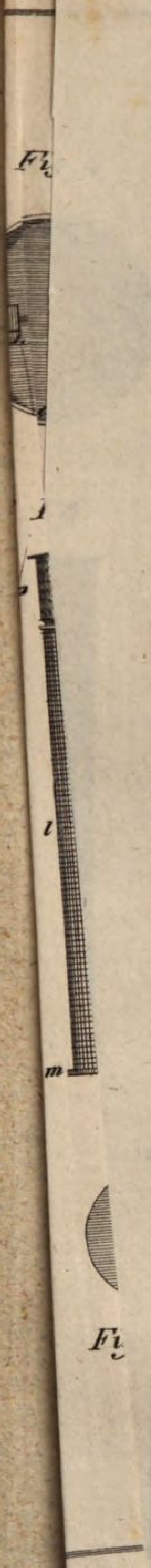
Fig. 5.



Fi

Fig. 16.





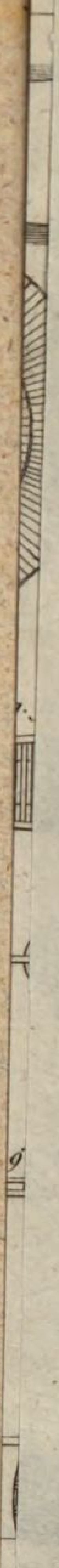


Fig. 2.

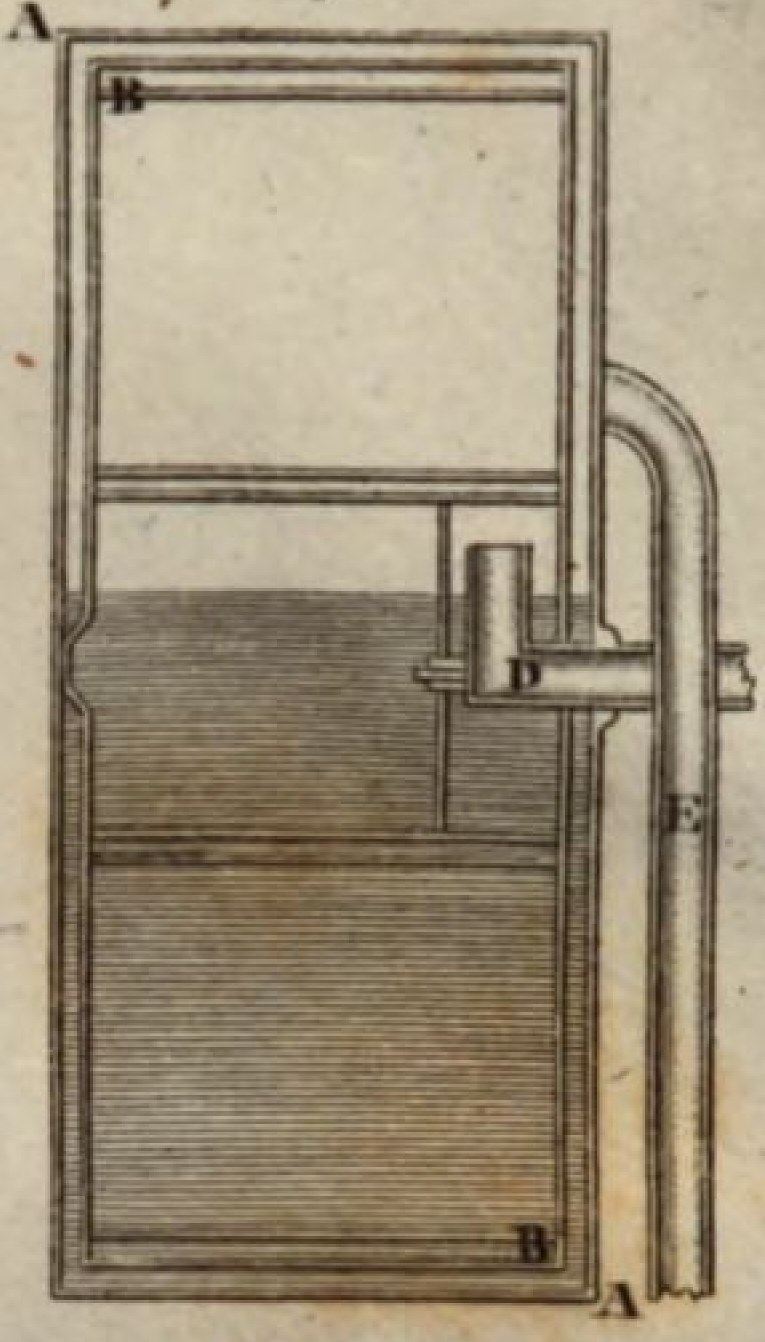
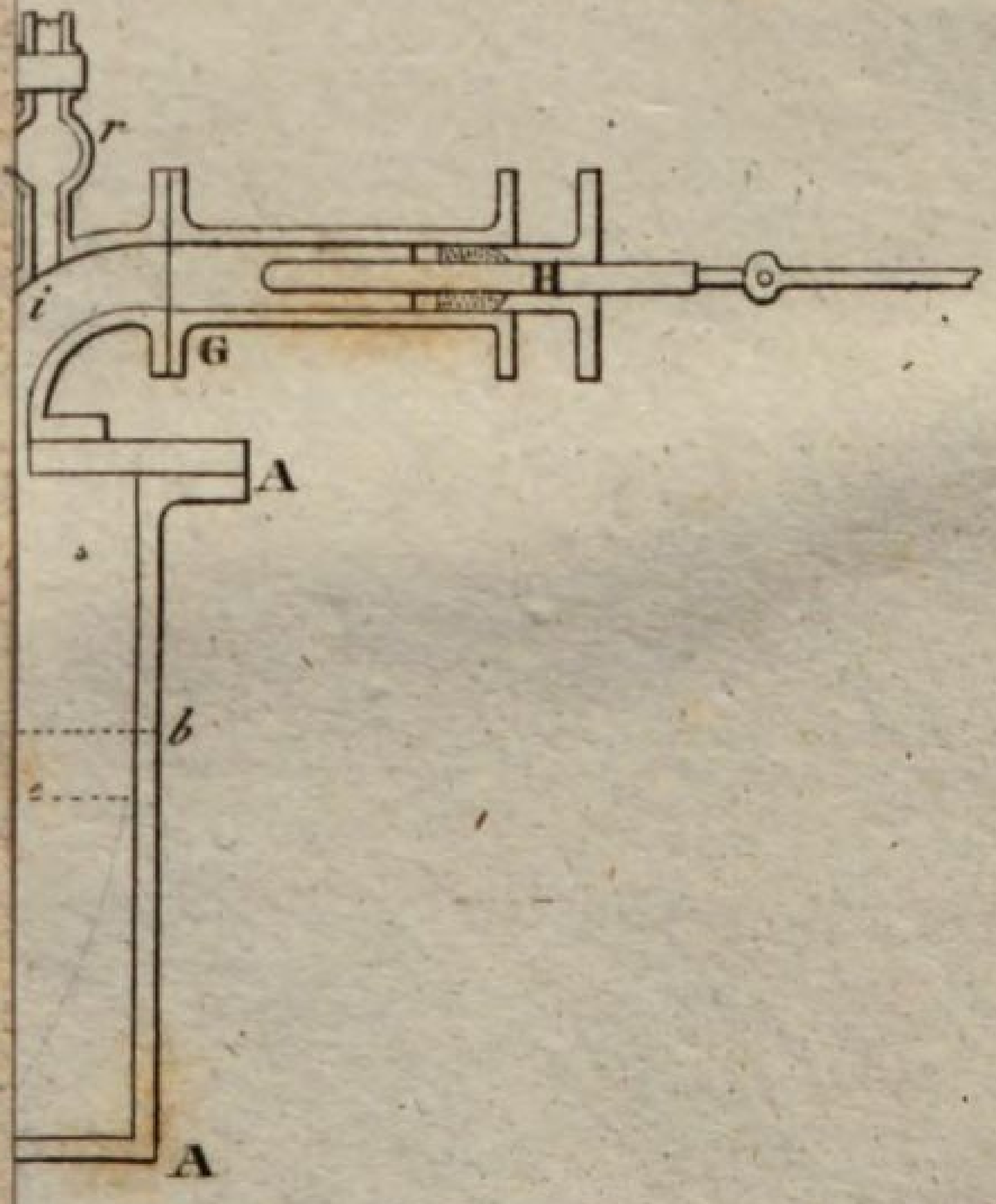


Fig. 5.



STAATL.BIBLIOTHEK
REGENSBURG

BSB Bayerische StaatsBibliothek

MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Dumas, Jean-Baptiste André,

Handbuch der angewandten Chemie Für techn. Chemiker, Künstler, Fabrikanten u. Gewerbetreibende überhaupt. Aus d. Franz. übers

Bd.: 1. (1830). - VI, 770 S.

Nürnberg 1830

Regensburg, Staatliche Bibliothek -- 999/Philos.5017(1
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11112160-0